Member IMC Group

Ingersoll Cutting Tools

Technisches Handbuch Fräsen und Bohren

2014

Das Standardprogramm von Ingersoll Werkzeuge GmbH umfasst ein umfangreiches und weltweit etabliertes Sortiment an Zerspanungswerkzeugen, zugeschnitten auf die unterschiedlichsten Anwendungsfälle.

Unser Produktspektrum wird ständig erweitert und besteht aus Schaftfräsern, Walzenstirnfräsern, Eckfräsern, Planfräsern, Scheibenfräsern, Formfräsern, Bohrern, Vollhartmetall-Werkzeugen, Aufnahmen, Spannmitteln und Schneidplatten. Mit dem kompletten Programm an Dreh- und Stechwerkzeugen bieten wir unseren Kunden einen

neuen Produktbereich und somit erweiterte Kompetenz aus einer Hand. Die Entwicklung und Fertigung von Sonderwerkzeugen nach kundenspezifischen Anforderungen ist ein weiterer Schwerpunkt von Ingersoll Werkzeuge GmbH. Unser Know-how und Erfahrungspotenzial, verbunden mit dem eigenen Anspruch an Qualität, Funktionalität und Innovation, gewährleistet unseren Kunden die optimale Werkzeuglösung für individuelle Bearbeitungsaufgaben, für alle Branchen.

INHALTSVERZEICHNIS

Werkstoff-Vergleichstabelle.....*Seite* *06–10*

Oberflächenvergleichstabelle.....*Seite* *11*

Härtevergleichstabelle.....*Seite* *12*

Schneidstoffe – Beschichtungen.....*Seite* *14-15*

Bezeichnungssystem ISO-Wendeplatten.....*Seite* *16-17*

Allgemeine Formeln.....*Seite* *18*

Gegen- und Gleichlauffräsen.....*Seite* *19*

Mittlere Spanungsdicke / Tatsächliche Eingriffsbreite.....*Seite* *20*

Wendeschneidplatten-Montage / Korrekte Handhabung der Spannschraube.....*Seite* *21*

Drehmomentprogramm.....*Seite* *22*

Spanbildungsmodell.....*Seite* *23*

Initialkontakt.....*Seite* *24*

Vereinigter Wärmewert.....*Seite* *25*

Späne.....*Seite* *26*

Maßnahmen bei Fräsproblemen.....*Seite* *27*

Bohrzirkularfräsen.....*Seite* *28*

Hochvorschubfräsen.....*Seite* *29–30*

Leistungsberechnung.....*Seite* *31*

Antriebsleistung.....*Seite* *32*

Tipps.....*Seite* *33*

Anwendungsbeispiele.....*Seite* *34*

Bedienungsanleitungen.....*Seite* *35*

Gewindezirkularfräsen.....*Seite* *36*

Schlichtbearbeitung.....*Seite* *38–43*

Einstellanweisungen.....*Seite* *44–54*

PunchIn.....*Seite* *56*

FormMasterV.....*Seite* *57*

Vollhartmetall-Fräsen.....*Seite* *58*

Nachschleifservice.....*Seite* *59*

ChipSurfer.....*Seite* *60–61*

Gewindefräsen.....*Seite* *62-66*

QuadDrillPlus.....*Seite* *68–69*

QuadTwist.....*Seite* *70–73*

GoldTwist.....*Seite* *74–83*

QwikReam.....*Seite* *84–88*

Einlippen-Tieflochbohrer / Vollhartmetall-Tieflochbohrer.....*Seite* *90*

Winkelanschliff.....*Seite* *91*

Umfangsformen – Lage der Stützleiste.....*Seite* *92*

Anwendungen.....*Seite* *93*

Tieflochbohrer auf konventionellen Maschinen.....*Seite* *94*

Fehlerbehebung beim Tieflochbohren.....*Seite* *95*

WERKSTOFF-VERGLEICHSTABELLE

	Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN	JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspan-barkeit
P	**unlegierter Stahl**									
	1.0044	S275JR	St 44-2	Q255A; U12552	E250	STKR 400	St4sp	1020	380–580 MPa	++
	1.0050	E295	St 50-2	Q275A; U12752	E350	SS 490	St5sp	–	440–660 MPa	++
	1.0060	E335	St 60-2	HRB 335; L33350	Fe540	SM 570	St6sp	–	540–770 MPa	++
	1.0301	C10	–	DX 1; U59110	10C4	S 10 C	10	1010	490–780 MPa	++
	1.0345	P235GH	St 35.8	Q245R; U50245	Fe360H	SPV 450	–	K02801	360–500 MPa	++
	1.0401	C15	–	15; U20152	14C6	S 15 C	15	1015	330–600 MPa	++
	1.0402	C22	–	–	20C8	S 22 C	–	1022	380–580 MPa	++
	1.0473	P355GH	19 Mn 6	Q345R; U50345	–	SPV 355	–	K12437	510–650 MPa	++
	1.0481	P295GH	17 Mn 4	–	–	SPV 315	14G2	K03501	460–580 MPa	++
	1.0501	C35	–	–	35C8	S 35 C	–	1035	550–780 MPa	++
	1.0503	C45	C 45	–	45C8	S 45 C	–	1045	630–850 MPa	++
	1.0562	P355N	StE 355	–	–	SM 490 A	15GF	K12609	450–630 MPa	++
	1.0601	C60	–	–	60C6	S 58 C	60	1060	750–1000 MPa	++
	1.0715	11SMn30	9SMn28	–	11C10S25	SUM 22	–	1215	360–570 MPa	++
	1.0726	35S20	35 S 20	Y35; U70352	–	–	–	1140	500–720 MPa	++
	1.0727	46S20	45 S 20	Y45; U70452	48C8S20	–	–	1139	580–760 MPa	++
	Werkzeugstahl									
	1.2067	102Cr6	100 Cr 6	Cr2; T30201	TAC6; T105Cr5	SUJ 2	Ch	52100; J19965	≤ 223 HB	++
	1.2312	40CrMn-MoS8-6	–	–	–	–	–	–	≤ 230 HB	++
	1.2316	X38CrMo16	X 36 CrMo 17	–	–	–	–	–	≤ 250 HB	++
	1.2343	X37CrMoV5-1	X 38 CrMoV 5 1	4Cr5MoSiV; T20501	TAH2; XT35Cr5Mo1V3	SKD 6	4Ch5MFS	H 11	≤ 229 HB	+
	1.2344	X40CrMoV5-1	X40CrMoV5-1	SM 4Cr5MoSiV1; T22052	TAH3; XT35Cr5MoV1	SKD 61	4Ch5MF1S	H 13	≤ 229 HB	+
	1.2363	X100CrMoV5	X100CrMoV5-1	Cr5Mo1V; T20503	T100Cr20Mo10V4	SKD 12	–	A 2	≤ 241 HB	+
	1.2379	X153CrMoV12	X153CrMoV12	Cr12Mo1V1; T21202	TAC21; XT160Cr12	SKD 10	–	D 2	≤ 255 HB	-
	1.2419	105WCr6	105WCr6	CrWMn; T20111	–	SKS 2	ChW1G	–	≤ 230 HB	+
	1.2714	55NiCrMoV7	56 NiCrMoV 7	–	TAH7; T55Ni7Cr4Mo5V1	SKT 4	5ChGNM	L 6	≤ 248 HB	++
	1.2767	45NiCrMo16	X 45 NiCrMo 4	–	–	SKT 6	–	–	≤ 285 HB	++
	Schnellarbeitsstahl									
	1.3343	HS6-5-2C	DMo 5	W6Mo5Cr4V2; T66541	THS4; XT87W-6Mo5Cr4V2	SKH 51	R6M5	M 2	≤ 269 HB	-
	Bau-, Maschinenbau- und Behälterstahl									
	1.5415	16Mo3	15 Mo 3	15MoG; A65158	16Mo3H	STFA 12	–	–	440–590 MPa	++
	1.5423	16Mo5	–	–	15Mo6H	SB 450 M	–	4419 H	450–590 MPa	++
	1.6311	20MnMoNi4-5	–	–	–	SQV 2 A	–	K12554	570–750 MPa	++
	Einsatzstahl									
	1.7131	16MnCr5	–	20CrMnH; A22205	16Mn5Cr4	–	18ChG	5115	≤ 550 MPa	++
	1.7147	20MnCr5	–	20CrMnAH; A22207	20Mn5Cr5	SMnC 420 (H)	–	5120	780-1370 MPa	++
	Vergütungsstahl									
	1.7262	15CrMo5	–	–	15Cr4Mo3	SCM 415	–	–	≤ 207 MPa	++
	1.7218	25CrMo4	–	30CrMo; A30302	CDS-7	SCM 420 TK	30ChM	4130	≤ 580 MPa	++
	1.7225	42CrMo4	–	42CrMo; A30422	CDS-8	SCM 440 (H)	–	4140	≤ 630 MPa	++
	1.6582	34CrNiMo6	–	–	36Ni6Cr6Mo2	SNCM447	38Ch2N2MA	4340	≤ 680 MPa	++
	warmfester Baustahl									
	1.7321	20MoCr4	–	–	–	–	–	4118	≤ 550 MPa	++
	1.7335	13CrMo4-5	13 CrMo 4 4	12CrMo; A30122	12Cr4Mo5H	STPA 22	12ChM	K12062	450–660 MPa	++
	1.7362	X12CrMo5	–	1Cr5Mo; S45110	10Cr20Mo6	STPA 25	–	501	590-740 MPa	+
	1.7380	10CrMo9-10	10 CrMo 9 10	12Cr2Mo1R; A30127	12Cr9Mo10H	STPA 24	12Ch8	K21590	480–630 MPa	++
	1.7386	X11CrMo9-1	X12CrMo9-1	–	10Cr36Mo10H	STPA 26	–	K90941	590-740 MPa	+
	1.7707	30CrMoV9	–	–	–	–	30Ch3MF	E 4340	≤ 248 HB	++

Member IMC Group Ingersoll Cutting Tools

	Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN	JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspan-barkeit
P				Federstahl						
	1.7176	55Cr3	–	55CrMnA; A22553	TAC23; T55Cr3	SUP 9	50ChGA	5160	≤ 210 HB	++
	1.8159	51CrV4	50 CrV 4	50CrVA; A23503	50Cr4V2	SUP 10	50ChFA	6145	≤ 248 HB	+
				Nitrierstahl						
	1.8507	34CrAlMo5-10	34CrAlMo5	–	–	–	–	K23510	≤ 1000 MPa	++
	1.8519	31CrMoV9	–	–	–	–	–		1100–1230 MPa	+
	1.8550	34CrAlNi7-10	–	–	–	–	–	K52440	1000–1470 MPa	++
				Feinkornbaustahl						
	1.8902	S420N	StE 420	Q420C; L04203	–	SM 490 C	–	K12437	500–680 MPa	-

	Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN	JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspan-barkeit
M				nichtrostender Stahl mit < 2,5% Ni						
	1.4002	X6CrAl13	–	06Cr13Al; S11348	X04Cr12 (405)	SUS 405TB	–	405	400–600 MPa	-
	1.4006	X12Cr13	X10Cr13	12Cr12; S40310	X12Cr12	SUS 410-SD	15Ch13L	410	≤ 730 MPa	+
	1.4016	X6Cr17	–	10Cr17; S11710	X07Cr17	SUS 430TB	12Ch17	430	400–630 MPa	+
	1.4021	X20Cr13	X20Cr13	20Cr13; S42020	X20Cr13	SUS 420J1	20Ch13	420	≤ 760 MPa	+
	1.4028	X30Cr13	–	30Cr13; S42030	X30Cr13	SUS 420J2	30Ch13	420 F	≤ 800 MPa	+
	1.4031	X39Cr13	–	40Cr13; S42040	X40Cr13	–	–	S42080	800–1000 MPa	+
	1.4034	X46Cr13	–	–	–	–	40Ch13	S42000	≤ 950 MPa	+
	1.4057	X17CrNi16-2	X 22 CrNi 17	17Cr16Ni2; S43120	X15Cr16Ni2	SUS 431	20Ch17N2	431	≤ 950 MPa	+
				nichtrostender Stahl mit Mo und < 2,5% Ni						
	1.4104	X14CrMoS17	X 12 CrMoS 17	Y10Cr17; S11717	–	SUS 430F	–	430 F	≤ 730 MPa	+
	1.4113	X6CrMo17-1	–	10Cr17Mo; S11790	–	SU S434	–	434	440–660 MPa	-
				nichtrostender Stahl mit ≥ 2,5% Ni						
	1.4301	X5CrNi18-10	X 5 CrNi 18-9	06Cr19Ni9; S30408	X04Cr19Ni9	SUS 304-SD	08Ch18N10	304	500–700 MPa	-
	1.4303	X4CrNi18-12	X5CrNi18-12	06Cr18Ni12; S30508	X04Cr18Ni10	SUS 305	06Ch18N11	305 L	500–700 MPa	-
	1.4305	X8CrNiS18-9	X 10 CrNiS 18 9	Y12Cr18Ni9; S30317	–	SUS 303	–	303	500–750 MPa	-
	1.4306	X2CrNi19-11	–	022Cr19Ni10; S30403	X02Cr19Ni10	SUS 304LTB	03Ch18N11	304 L	460–680 MPa	-
	1.4310	X10CrNi18-8	X12CrNi17-7	12Cr17Ni17; S30110	X07Cr18Ni9	SUS 301	12Ch18N9	301	500–750 MPa	-
	1.4311	X2CrNiN18-10	–	022Cr19Ni10N; S30453	TP304LN	SUS 304LN	–	304 LN	550–760 MPa	-
	1.4317	GX4CrNi13-4	–	ZG06Cr12Ni4; C54860	–	SCS 6	–	J91540	760–960 MPa	-
	1.4362	X2CrNiN23-4	–	022Cr23Ni4MoCuN; S23043	–	–	–	S32304	600–830 MPa	-
	1.4371	X2CrMn-NiN17-7-5	–	12Cr18Mn9Ni5N; S35450	TP202	–	–	–	650–850 MPa	-
				nichtrostender Stahl mit Mo und ≥ 2,5% Ni						
	1.4401	X5CrNi-Mo17-12-2	X 5 CrNiMo 18 10	06Cr17Ni12Mo2; S31608	X04Cr17Ni12Mo2	SUS 316-SD	08Ch16N11M3	316 H	500–700 MPa	-
	1.4404	X2CrNi-Mo17-12-2	–	022Cr17Ni12Mo2; S31603	X02Cr17Ni12Mo2	SUS 316LTP	03Ch17N14M3	316 L	500–700 MPa	-
	1.4429	X2CrNi-MoN17-13-3	–	022Cr17Ni12Mo2N; S31653	X04Cr17Ni12Mo2N	SUS 316LN	–	316 LN	580–800 MPa	-
	1.4438	X2CrNi-Mo18-15-4	–	022Cr19Ni13Mo3; S31703	TP317L	SUS 317LTB	–	317 L	500–700 MPa	-
	1.4462	X1NiCrMo-Cu31-27-4	X 1 NiCrMo-CuN 31 27 4	022Cr22Ni5Mo3N; S22253	–	SUS 329J3LTB	–	S31803	650–880 MPa	-

WERKSTOFF-VERGLEICHSTABELLE

	Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN	JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspan-barkeit
M	nichtrostender Stahl mit Sonderzusätzen									
	1.4501	X2CrNiMoCu-WN25-7-4	–	022Cr25Ni7Mo4WCuN; S27603	–	–	–	S32760	630–710 MPa	-
	1.4510	X3CrTi17	–		–	SUS 430LXTB	08Ch17T	439	450–600 MPa	-
	1.4512	X2CrTi12	–	022Cr11NbTi; S11173	–	SUS 409TB	–	409	390–560 MPa	+
	1.4539	X1NiCrMo-Cu25-20-5	X 1 NiCrMo-CuN 25 20 5	015Cr21Ni26Mo5Cu2; S31782	–	–	–	904 L	530–730 MPa	-
	1.4541	X6CrNiTi18-10	X 6 CrNiTi 18 10	06Cr18Ni11Ti; S32168	X04Cr18Ni10Ti	SUS 321TB	06Ch18N10T	321	500–700 MPa	-
	1.4542	X5CrNi-CuNb16-4	X 5 CrNiCuNb 17 4	05Cr17Ni4Cu4Nb; S51740	–	SUS 630	–	S17400	≤ 1200 MPa	--
	1.4550	X6Cr-NiNb18-10	X 6 CrNiNb 18 10	1Cr19Ni11Nb; S34771	X04Cr18Ni10Nb	SUS 347TB	08Ch18N12B	347	510–940 MPa	-
	1.4571	X6CrNiMo-Ti17-12-2	X 6 CrNiMoTi 17 12 2	06Cr17Ni12Mo2Ti; S31668	X04Cr17Ni12Mo2Ti	SUS 316TiTB	08Ch16N11M3T	316 Ti	500–950 MPa	-

	Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN	JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspan-barkeit
K	Gusseisen mit Lamellengraphit									
	EN-JL1020	EN-GJL-150	GG-15	HT150; C00150	–	FC 15	Сч 15	ASTM A 48 (25B)	80–155 HB	++
	EN-JL1030	EN-GJL-200	GG-20	HT200; C00200	–	FC 20	Сч 20	ASTM A 48 (30B)	115–205 HB	++
	EN-JL1040	EN-GJL-250	GG-25	HT250; C00250	–	FC 25	Сч 25	ASTM A 48 (40B)	155–250 HB	+
	EN-JL1050	EN-GJL-300	GG-30	HT300; C00300	–	FC 30	Сч 30	ASTM A 48 (45B)	195–270 HB	+
	EN-JL1060	EN-GJL-350	GG-35	HT350; C00350	–	FC 35	Сч 35	ASTM A 48 (50B)	275–285 HB	+
	Gusseisen mit Kugelgraphit									
	EN-JS1072	EN-GJS-400-15U	GGG-40	QT400-15; C01401	–	FCD 400	VC 40	ASTM A 536 (60-40-18)	≥ 400 MPa	+
	EN-JS1082	EN-GJS-500-7U	GGG-50	–	–	FCD 500	VC 50	ASTM A 536 (60-45-12)	≥ 500 MPa	+
	EN-JS1092	EN-GJS-600-3U	GGG-60	–	–	FCD 600	VC 60	ASTM A 536 (80-55-06)	≥ 600 MPa	+
	EN-JS1102	EN-GJS-700-2U	GGG-70	QT700-2; C01700	–	FCD 700	VC 70	ASTM A 536 (100-70-03)	≥ 700 MPa	-
	EN-JS1080	EN-GJS-800-2	GGG-80	QT800-2; C01800	–	FCD 800	VC 80	ASTM A 536 (120-90-02)	≥ 800 MPa	-
	Temperguss									
	EN-JM1130	EN-GJMB-350-10	GTS-35-10	KTH350-10; C02354	–	FCMB 340	KC 35-10	ASTM A 47 (Grade 22010)	≥ 350 MPa	+
	EN-JM1140	EN-GJMB-450-6	GTS-45-06	KTZ450-06; C02452	–	–	KC 45-7	–	≥ 450 MPa	+
	EN-JM1160	EN-GJMB-550-4	GTS-55-04	KTZ550-04; C02551	–	FCMP 540	KC 55-4	–	≥ 550 MPa	+
	EN-JM1180	EN-GJMB-650-2	GTS-65-02	KTZ650-02; C02650	–	–	KC 63-3	–	≥ 650 MPa	+
	EN-JM1190	EN-GJMB-700-2	GTS-70-02	KTZ700-02; C02700	–	FCMP 690	KC 70-2	ASTM A 220 (Grade 70003)	≥ 700 MPa	+

	Werkstoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN	JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspan-barkeit
N	Aluminiumlegierungen für Maschinenbau und Luftfahrt									
	EN AW-5005	AlMg1	3.3315	–	–	–	–	5005	100–155 MPa	+
	EN AW-5052	AlMg2,5	3.3523	–	–	–	–	5052	160–235 MPa	+
	EN AW-5083	AlMg4,5Mn0,7	3.3547	–	–	–	–	5083	255–275 MPa	+
	EN AW-6060	AlMgSi0,5	3.3206	–	–	–	–	6060	120–200 MPa	++
	EN AW-6061	AlMg1SiCu	3.3214	–	–	–	–	6061	195–315 MPa	++
	EN AW-6082	AlMgSi1	3.2315	–	–	–	–	6082	195–350 MPa	++
	EN AW-2017	AlCuMg1	3.1324	–	–	–	–	2017	375–410 MPa	++
	EN AW-2024	AlCu4Mg1	3.1354	–	–	–	–	2024	410–470 MPa	++
	EN AW-7010	AlZn6MgCu	3.4394	–	–	–	–	7010	430–500 MPa	++
	EN AW-7050	AlZn6CuMgZr	3.4144	–	–	–	–	7050	430–500 MPa	++
	EN AW-7075	AlZn5,5MgCu	3.4364	–	–	–	–	7075	420–530 MPa	++
	EN AC-47000	EN AC-Al Si12(Cu)	3.2583	G-AlSi12(Cu)	–	–	–	–	150–170 MPa	+
	Kupferlegierung									
	CW021A	Cu-HCP	2.0070	–	–	–	–	C10800	200–360 MPa	-
	CW452K	CuSn6	2.1020	–	–	C5191	–	C51900	350–720 MPa	-
	Messing									
	CW614N	CuZn39Pb3	2.0401	–	–	C3603	–	C38500	360–550 MPa	++
	Bronzen									
	CC493K	CuSn7Zn4Pb7-C	2.1090	–	–	–	–	C93200	230–260 MPa	++

WERKSTOFF-VERGLEICHSTABELLE

	Werk-stoff Nr.	Bezeichnung	Alte Bezeichnung	CN	IN	JP	RU	USA	Festigkeit bzw. Härte	Zerspan-barkeit
S	hitzebeständiger Stahl									
	1.4724	X10CrAlSi13	X 10 CrAl 13	–	–	–	–	–	450–650 MPa	-
	1.4742	X10CrAlSi18	X 10 CrAl 18	–	–	SUH 21	15Ch18SJu	–	500–700 MPa	-
	1.4762	X10CrAlSi25	X 10 CrAl 24	–	–	SUH 446	–	S44600	520–720 MPa	-
	hitzebeständiger Stahl mit ≥ 2,5% Ni									
	1.4828	X15CrNiSi20-12	–	16Cr20Ni14Si2; S38240	X15Cr24Ni13	SUS 309TB	20Ch20N14S2	309	500–750 MPa	-
	1.4845	X8CrNi25-21	X 12 CrNi 25 21	0Cr25Ni20; S31008	10Cr25Ni18	SUS 310TB	10Ch23N18	310 H	500–700 MPa	-
	1.4848	GX40CrNiSi25-20	–	ZG40Cr25Ni20Si2; C53901	–	SCH 22X	–	J94224	440–640 MPa	-
	1.4849	GX40NiCr-SiNb38-19	–	ZG40Ni38Cr19Si2Nb1; C53952	–	SCH 20XNb	–	N08005	400–600 MPa	-
	1.4864	X12NiCrSi35-16	X 12 NiCrSi 36 16	12Cr16Ni35; S33010	–	SUH 330	–	N08330	550–750 MPa	-
	1.4876	X10NiCrAlTi32-21	X 10 NiCrAlTi 32 20	NS 112; H01120	–	NCF 800 TB	–	N08800	450–680 MPa	-
	1.4878	X8CrNiTi18-10	X 12 CrNiTi 18 9	1Cr18Ni9Ti; S32160	–	SUS 321HTB	–	321 H	500–720 MPa	-
	hochwarmfester Werkstoff									
	1.4923	X22CrMoV12-1	X21CrMoNiV12-1	21Cr12MoV; S46020	X21Cr12Mo1V3	–	–	–	800–950 MPa	-
	1.4948	X6CrNi18-10	X6CrNi18-11	07Cr19Ni10; S30409	7Cr18Ni10H	SUS 302	–	304 H	500–700 MPa	-
	Titan- und Superlegierungen									
	2.4610	NiMo16Cr16Ti	–	NS 335; H03350	–	–	–	Hastelloy C-4	≤ 690 MPa	-
	2.4631	NiCr20TiAl	–	–	–	NCF 80A	–	Nimonic 80A; N07080	≤ 980 MPa	--
	2.4632	NiCr20Co18Ti	–	–	–	–	–	Nimonic 90; N07090	≤ 1200 MPa	--
	2.4634	NiCo20Cr15MoAlTi	–	–	–	–	–	Nimonic 105; N13021	≤ 980 MPa	--
	2.4668	NiCr19Fe19Nb5Mo3	Inconel 718	GH 4169; H41690	–	NCF 718	–	Inconel 718; N07718	≤ 1230 MPa	--
	3.7025	Ti 1	–	–	–	–	–	Grade 1		--
	3.7035	Ti 2	–	–	–	–	–	Grade 2	345 MPa	--
	3.7055	Ti 3	–	–	–	–	–	Grade 3	441 MPa	--
	3.7065	Ti 4	–	–	–	–	–	Grade 4	539 MPa	--
	3.7164	Ti 6 Al 4 V	–	–	–	–	–	Grade 5	895 MPa	--
	3.7115	Ti 5 Al 2.5 Sn	–	–	–	–	–	Grade 6	686 MPa	--

Hinweise:
Die Angaben zu Zugfestigkeit (Rm) und Härte (HB) beziehen sich zumeist auf einen geglühten bzw. nicht vergüteten Materialzustand.
Angaben zur Zerspanbarkeit wurden anhand des vereinigten Wärmewertes ermittelt.

OBERFLÄCHENVERGLEICHSTABELLE

	Oberflächen-zeichen (DIN 3141)	Rauigkeitsgrad Nr.	Mittenrauwert R_a in mm	Gemittelte Rautiefe R_z in mm	Rauigkeitswert (USA) CLA in min	Rauigkeitswert (Frankreich) R
Schruppbearbeitung	▽	N 12	50	180...220	2000	–
	▽	N 11	25	90...110	1000	–
	▽	N 10	12,5	46...57	500	R 100
Schlichtbearbeitung	▽▽	N 9	6,3	23...32	250	R 40
	▽▽	N 8	3,2	12...16	125	R 25/R 16
	▽▽	N 7	1,6	5,90...8,00	63	R 10
Feinschlichtbearbeitung	▽▽▽	N 6	0,8	3,00...4,80	32	R 6,3
	▽▽▽	N 5	0,4	1,60...2,80	16	R 3,2/R 2
	▽▽▽	N 4	0,2	1,00...1,80	8	R 1,25
Feinstschlichtbearbeitung	▽▽▽▽	N 3	0,1	0,80...1,10	4	R 0,8/R 0,5
	▽▽▽▽	N 2	0,05	0,45...0,60	2	–
	▽▽▽▽	N 1	0,025	0,22...0,30	1	–

HÄRTEVERGLEICHSTABELLE

Zugfestigkeit Rm MPa	Vickershärte HV	Brinellhärte HB	Rockwellhärte HRC
255	80	76,0	–
270	85	80,7	–
285	90	85,5	–
305	95	90,2	–
320	100	95,0	–
335	105	99,8	–
350	110	105	–
370	115	109	–
385	120	114	–
400	125	119	–
415	130	124	–
430	135	128	–
450	140	133	–
465	145	138	–
480	150	143	–
495	155	147	–
510	160	152	–
530	165	156	–
545	170	162	–
560	175	166	–
575	180	171	–
595	185	176	–
610	190	181	–
625	195	185	–
640	200	190	–
660	205	195	–
675	210	199	–
690	215	204	–
705	220	209	–
720	225	214	–
740	230	219	–
755	235	223	–
770	240	228	20,3
785	245	233	21,3
800	250	238	22,2
820	255	242	23,1
835	260	247	24,0
850	265	252	24,8
865	270	257	25,6
880	275	261	26,4
900	280	266	27,1
915	285	271	27,8
930	290	276	28,5
950	295	280	29,2
965	300	285	29,8
995	310	295	31,0
1030	320	304	32,2
1060	330	314	33,3
1095	340	323	34,4
1125	350	333	35,5

Zugfestigkeit Rm MPa	Vickershärte HV	Brinellhärte HB	Rockwellhärte HRC
1155	360	342	36,6
1190	370	352	37,7
1220	380	361	38,8
1255	390	371	39,8
1290	400	380	40,8
1320	410	390	41,8
1350	420	399	42,7
1385	430	409	43,6
1420	440	418	44,5
1455	450	428	45,3
1485	460	437	46,1
1520	470	447	46,9
1555	480	456	47,7
1595	490	466	48,4
1630	500	475	49,1
1665	510	485	49,8
1700	520	494	50,5
1740	530	504	51,1
1775	540	513	51,7
1810	550	523	52,3
1845	560	532	53,0
1880	570	542	53,6
1920	580	551	54,1
1955	590	561	54,7
1995	600	570	55,2
2030	610	580	55,7
2070	620	589	56,3
2105	630	599	56,8
2145	640	608	57,3
2180	650	618	57,8
–	660	–	58,3
–	670	–	58,8
–	680	–	59,2
–	690	–	59,7
–	700	–	60,1
–	720	–	61,0
–	740	–	61,8
–	760	–	62,5
–	780	–	63,3
–	800	–	64,0
–	820	–	64,7
–	840	–	65,3
–	860	–	65,9
–	880	–	66,4
–	900	–	67,0
–	920	–	67,5
–	940	–	68,0

NOTIZEN

Qualität		Beschichtung	ISO-Bereich	Fräsen	Bohren	VHM	Bearbeitung und Material
Hartmetall	IN05S	–	N10–N25	•		•	für die Zerspanung von AL-Legierungen und Buntmetallen
	IN10K	–	K10–K25	•			zum Schlichtfräsen von Gusseisenwerkstoffen
			N10–N25	•	•		zum Schlichtfräsen von AL-Legierungen und Buntmetallen
	IN15K	–	N15–N30	•			für die Zerspanung von AL-Legierungen und Buntmetallen
PVD beschichtet	IN2004	TiAlN	P10–P20	•			zum Fräsen von legierten Stählen
			K10–K25	•			für mittlere Bearbeitung von Graugusswerkstoffen – insbesondere GGV
			H05–H15	•			zur Schlichtbearbeitung von gehärteten Stählen bei mittlerer bis hoher Schnittgeschwindigkeit
	IN2005	TiAlN	P15–P30	•	•	•	zur allgemeinen Bearbeitung von Stählen bei hohen Schnittgeschwindigkeiten
			M15–M35	•	•	•	zur allgemeinen Bearbeitung von rostbeständigen Stählen
			K20–K40	•	•	•	zur allgemeinen Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen
			S05–S20	•		•	zur allgemeinen Fräsbearbeitung von warmfesten Legierungen und Titan auch für Nassbearbeitung
	IN2006	TiAlN	P05–P20	•		•	zur Schlichtbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten und kleinem ap
			H05–H20	•		•	zur Schlichtbearbeitung von gehärteten Stählen bis 63 HRC
	IN2010	TiAlN	K10–K30	•	•		zur Schlichtbearbeitung sowie zum Vollbohren von Gusseisenwerkstoffen
	IN2035	TiAlN	P25–P50	•			zur Hochvorschubbearbeitung von Stählen
			M20–M40	•			zur Bearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl und warmfesten Legierungen
			S20–S30	•			vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S"
	IN2040	TiAlN	P15–P35	•			zur Schlichtbearbeitung von unlegierten Stählen wie auch Vergütungsstählen
	IN2504	TiAlN / TiN	P05–P25	•		•	zum Fräsen von Stählen bei mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten
			H05–H25	•		•	zum Fräsen von gehärteten Stählen bei mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten
	IN2505	TiAlN / TiN	P15–P30	•	•		zur Egalisier-, Schruppbearbeitung von Stählen höherer Festigkeit
			M15–M35	•	•		zur allgemeinen Fräsbearbeitung von rostbeständigen Stählen
			S05–S20	•	•		zur allgemeinen Fräsbearbeitung von warmfesten Legierungen
	IN2510	TiAlN / TiN	K10–K30	•			zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Graugusswerkstoffen und NE-Metallen
	IN2515	TiAlN / TiN	P20–P35	•			zum Fräsen von Stählen mit höherer Festigkeit bei mittlerer Schnittgeschwindigkeit
			K30–K50	•			zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Grauguss und Sphäroguss
	IN2530	TiAlN / TiN	P20–P40	•	•		zähe Sorte zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Stahl
			M15–M30	•	•		zur allgemeinen Bearbeitung von rostbeständigen Stählen
			K20–K40	•			zur allgemeinen Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen
			S15–S30	•	•		zur allgemeinen Bearbeitung von warmfesten Legierungen
	IN2540	TiAlN / TiN	P15–P35	•			zur Egalisier-, Schruppbearbeitung von unlegiertem Stahl und Vergütungsstählen
	IN4005	TiAlN / Al_2O_3	P15–P30	•			zur allgemeinen Bearbeitung von Stählen
			M15–M35	•			zur allgemeinen Bearbeitung von rostbeständigen Stählen
			K20–K40	•			zur allgemeinen Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen
			S05–S20	•			zur allgemeinen Fäsbearbeitung von warmfesten Legierungen und Titan
	IN4010	TiAlN / Al_2O_3	K10–K30	•			zur allgemeinen Bearbeitung von Gusseisenwerkstoffen
	IN4015	TiAlN / Al_2O_3	P20–P35	•			zum Fräsen von Stählen mit höherer Festigkeit bei mittlerer Schnittgeschwindigkeit
			K30–K50	•			zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Grauguss und Sphäroguss
	IN4030	TiAlN / Al_2O_3	P20–P40	•			zähe Sorte zur allgemeinen Fräsbearbeitung von Stahl
			M15–M30	•			zur allgemeinen Fräsbearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl
			S15–S25	•			zur allgemeinen Bearbeitung von warmfesten Legierungen
	IN4035	TiAlN / Al_2O_3	P25–P50	•			zur Hochvorschubbearbeitung von Stählen
			M20–M40	•			zur Bearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl und warmfesten Legierungen
			S20–S30	•			vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S"
	IN4040	TiAlN / Al_2O_3	P15–P30	•			für mittlere Fräsbearbeitung von unlegierten und Vergütungsstählen

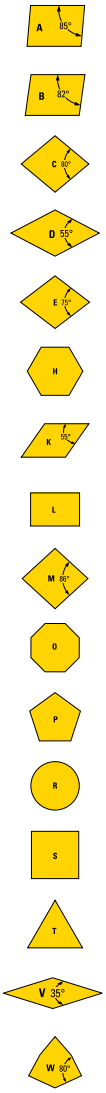
Member IMC Group Ingersoll Cutting Tools

Qualität		Beschichtung	ISO-Bereich	Fräsen	Bohren	VHM	Bearbeitung und Material
CVD beschichtet	IN6505	TiCN / Al_2O_3 / TiN	P10–P25		•		für das Vollbohren in Stahl, Einsatz nur an der Umfangsschneide des QUADTWIST™ Vollbohrers
	IN6520	TiCN / Al_2O_3 / TiN	P10–P40		•		für das Vollbohren in Stahl, Einsatz nur an der Umfangsschneide des QUADDRILL™ Vollbohrers
	IN6535	TiCN / Al_2O_3 / TiN	M20–M35	•			zur Trockenbearbeitung von rostfreiem Stahl und hochwarmfesten Legierungen bei höherem Vc
			S15–S30	•			vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S"
	IN7035	TiCN / Al_2O_3 / TiCN	P20–P40	•			zur Hochvorschubbearbeitung von Stählen
			M20–M35	•			zur Bearbeitung von rostfreiem und austenitischem Stahl und warmfesten Legierungen
			S15–S30	•			vorzugsweise für die Fräsbearbeitung von Materialien der Zerspanungsgruppe „S"
Cermet	IN0560	TiN	P05–P15	•			zur Schlichtbearbeitung von Stahl bei mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten
			M05–M15	•			zur Schlichbearbeitung von rostfreiem Stahl bei mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten
SiN	IN70N	–	K10–K20	•			für die Bearbeitung von Grauguss-Werkstoffen bei extrem hohen Schnittgeschwindigkeiten
CBN	IN80B	–	K05–K15	•			für die Bearbeitung von oberflächengehärteten Gusswerkstoffen und Hartguss
			H05–H15	•			für die Bearbeitung von gehärtetem Stahl
PKD	IN90D	–	N01–N10	•			für die Bearbeitung von Aluminium, NE-Metallen und Graphit

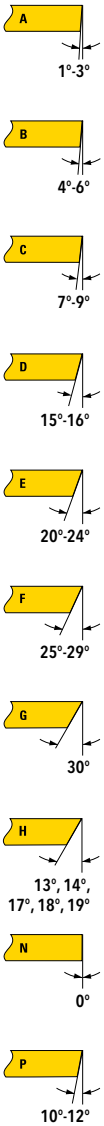
Anwendung	Qualität	ISO-Bereich							
Fräsen	IN2006	P05-P20						H05-H20	Härter
	IN2004	P10-P20		K10-K20				H05-H15	
	IN4010			K10-K30					
	IN2510			K10-K30					
	IN2005	P15-P30	M15-M35	K20-K40		S05-S20			
	IN2505	P15-P30	M15-M35			S05-S20			
	IN4040	P15-P30							
	IN2540	P15-P35							
	IN4015	P20-P30		K30-K50					
	IN2515	P20-P30		K30-K50					
	IN4030	P20-P40	M15-M30			S15-S25			
	IN2530	P20-P40	M15-M30	K20-K40		S15-S25			
	IN6535		M20-M35			S15-S30			
	IN7035	P20-P40	M20-M35			S15-S30			
	IN4035	P25-P50	M20-M40			S20-S30			
	IN2035	P25-P50	M20-M40			S20-S30			Zäher
Bohren	IN2010			K10-K30					Härter
	IN6505	P10-P25							
	IN6520	P10-P40							
	IN2505	P20-P40	M20-M40			S05-S20			
	IN2005	P15-P30	M15-M35	K20-K40		S05-S20			Zäher
VHM	IN2504	P05-P25						H05-H25	Härter
	IN2006	P05-P20						H05-H20	
	IN2005	P15-P30	M15-M35	K20-K40		S05-S20			Zäher

BEZEICHNUNGSSYSTEM ISO-WENDESCHNEIDPLATTEN

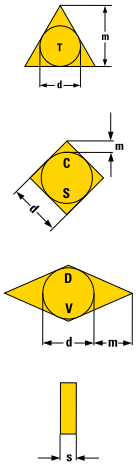
0	N	C	U	05
PLATTENFORM	FREIWINKEL	TOLERANZEN	PLATTENTYP	SCHNEIDKANTENLÄNGE



U = Hochvorschubgeometrie
Z = Spanbrechergeometrie



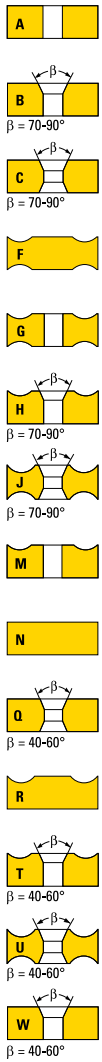
0 =Sonderwinkel



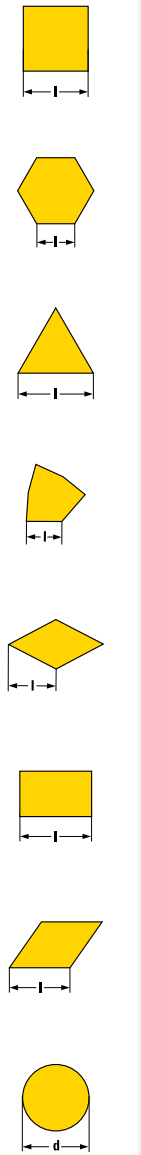
	d	m	s
A	±0,025	±0,005	±0,025
C	±0,025	±0,013	±0,025
E	±0,025	±0,025	±0,025
F	±0,013	±0,005	±0,025
G	±0,025	±0,025	±0,05-0,13
H	±0,013	±0,013	±0,025
J[1]	±0,05-0,15[2]	±0,005	±0,025
K[1]	±0,05-0,15[2]	±0,013	±0,025
L[1]	±0,05-0,15[2]	±0,013	±0,025
M	±0,05-0,15[2]	±0,08-0,20[2]	±0,013
N	±0,05-0,15[2]	±0,08-0,20[2]	±0,025
U	±0,05-0,25[2]	±0,13-0,38[2]	±0,05-0,13

[1]Platten mit geschliffenen Planschneiden

[2]je nach Plattengröße (siehe ISO-Norm 1832)

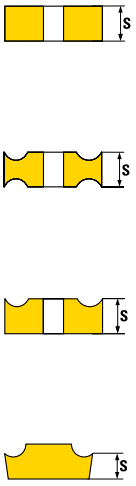


X Spezialausführung (Beschreibung erforderlich)

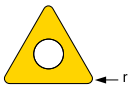


Member IMC Group Ingersoll Cutting Tools

05	AN	T	N	HR
PLATTENDICKE	ECKENRUNDUNG	SCHNEIDENAUSBILDUNG	SCHNEIDRICHTUNG	INTERNE BEREICHE

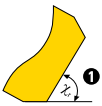


01 s=1,59
T1 s= 1,98
02 s= 2,38
T2 s= 2,78
03 s= 3,18
T3 s= 3,97
04 s= 4,76
05 s= 5,56
06 s= 6,35
07 s= 7,94
09 s= 9,52



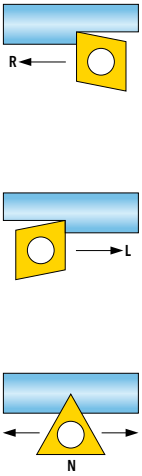
02	r=	0,2
04	r=	0,4
08	r=	0,8
12	r=	1,2
16	r=	1,6
24	r=	2,4

00 für Durchmesser mit Zollmaßen in mm umgerechnet.
M0 für Durchmesser in metrischen Maßen.



❶ Einstellwinkel χ_r
A = 45°
D = 60°
E = 75°
F = 85°
P = 90°
Z = andere

❷ Freiwinkel der Planschneide
A = 3°
B = 5°
C = 7°
D = 15°
E = 20°
F = 25°
G = 30°
N = 0°
P = 11°
Z = andere Freiwinkel



Zum Beispiel:

P = Poliert

W = Mit (Breit-) Schlichschneide

HR = Hitzerillen

ALLGEMEINE FORMELN

Schnittwertberechnung

Parameter:

n: Drehzahl (min^{-1})
Vc: Schnittgeschwindigkeit
D: Werkzeugdurchmesser (mm)

$n = \frac{Vc}{D \bullet \pi} \bullet 1000 \qquad Vc = \frac{D \bullet \pi \bullet n}{1000}$

Parameter:

Vf: Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)
fz: Vorschub pro Zahn (mm)
$Z_{(eff)}$: Zähnezahl

$Vf = n \bullet fz \bullet Z \qquad fz = \frac{Vf}{n \bullet Z}$

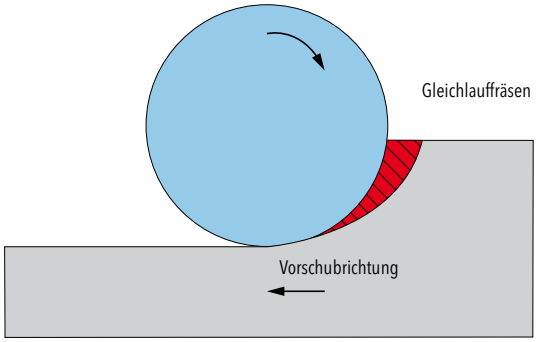
Allgemeine Formeln

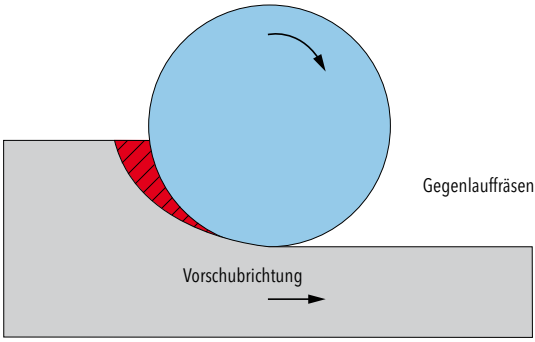
Größe	Einheit	Formel
Drehzahl	min^{-1}	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot p}$
Schnittgeschwindigkeit	m/min	$v_c = \frac{D \cdot p \cdot n}{1000}$
Vorschubgeschwindigkeit	mm/min	$v_f = f_z \cdot Z_{eff} \cdot n$
Vorschub pro Zahn	mm	$f_z = \frac{v_f}{Z_{eff} \cdot n}$
Zeitspanungsvolumen	cm^3/min	$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000}$
Mittlere Spanungsdicke	mm	$h_m = f_z \cdot CDa_e/D$
Spezifische Schnittkraft	MPa	$k_c = h_m^{-mc} \cdot k_{c1.1}$
Spindelleistung	kW	$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot k_c}{60 \cdot 10^6}$
Motorleistung	kW	$P_{mot} = \frac{P}{h}$

Berechnungsbeispiel	
Werkstoff:	42CrMo4 (1.7225)
Fräsertyp:	2J1R080R00
Wendeschneidplatte:	BOMT130404R
Fräserdurchmesser:	80 mm
Effektive Zähnezahl:	9
Schnitttiefe a_p:	4 mm
Eingriffsbreite a_e:	50 mm
Schnittgeschwindigkeit v_c:	200 m/min
Vorschub pro Zahn f_z:	0,12 mm
Wirkungsgrad η:	0,80 (angenommen)
Berechnung der Drehzahl:	$n = \frac{200 \cdot 1000}{80 \cdot \pi} = 796\ min^{-1}$
Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit:	$v_f = 0{,}12 \cdot 796 \cdot 9 = 859$ mm/min
Berechnung des Zeitspanungsvolumens:	$Q = \frac{4 \cdot 50 \cdot 859}{1000} = 172\ cm^3/min$
Berechnung der mittleren Spanungsdicke:	$h_m = 0{,}12 \cdot \sqrt{50/80} = 0{,}15$ mm
Berechnung der spezifischen Schnittkraft:	$k_c = 0{,}15^{-0{,}24} \cdot 1615 = 2546$ MPa
Berechnung der benötigten Spindelleistung:	$P_c = \frac{4 \cdot 50 \cdot 859 \cdot 2546}{60 \cdot 10^6} = 7{,}3$ kW
Berechnung der Motorleistung:	$P_{mot} = \frac{7{,}3}{0{,}8} = 9{,}1$ kW

Gegen- und Gleichlauffräsen

Bei der Fräsbearbeitung wird zwischen Gegen- und Gleichlauffräsen unterschieden.
Während sich beim Gleichlauffräsen die Schneiden während des Schnittes in gleicher Richtung zur Vorschubrichtung bewegen, ist die Bewegung von Schneiden und Vorschub beim Gegenlauffräsen „gegenläufig".
Bessere Standzeiten und Oberflächen werden in aller Regel beim Gleichlauffräsen erzielt, da die Schneide mit der größten Spanstärke einschneidet, ohne wie beim Gegenlauffräsen zunächst zu drücken bzw. zu schaben bis es Spanstärke, Schnittkräfte und Material der Schneide erlauben einzuschneiden.
Eine Ausnahme bilden harte Materialkrusten. Hier hat sich der beim Gegenlauffräsen gegebene Schneideneintritt im weichen Material bewährt, da ein Aufschlag in der harten Randzone die Schneidkante rasch zerstören würde.





MITTLERE SPANUNGSDICKE

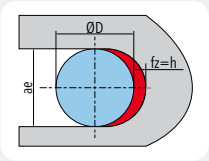


Abb. 1: Vollnuten

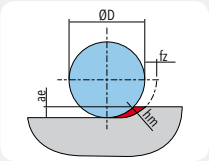


Abb. 2: Besäumfräsen

$fz = hm\sqrt{\frac{D}{ae}}$

Da sich der Span bei abnehmender Eingriffsbreite ae kommaförmig verjüngt, muss der Zahnvorschub ab Eingriffsbreiten von weniger als 1/3 des Fräserdurchmessers über die unter Abb. 2 gezeigte Formel kompensiert werden. Dies ist z.B. häufig beim Besäumfräsen (Abb. 2) oder der Anwendung von Scheibenfräsern der Fall.

Bei der Bearbeitung einer Vollnut (Abb. 1) oder bei Eingriffsbreiten von mehr als 1/3 des Fräserdurchmessers ist die Anwendung dieser Formel dagegen nicht erforderlich.

Die für die Ingersoll Wendeschneidplatten optimalen mittleren Spanungsdicken (hm) bzw. Zahnvorschübe (fz) sind auf den jeweiligen Schnittwertempfehlungen angegeben und je nach Ausführung der Schneidkante individuell unterschiedlich.

(siehe „Handbuch Schnittwerte")

Vereinfacht ausgedrückt kann bzw. muss eine Wendeschneidplatte mit großer Schutzfase an der Schneidkante mit größerer Spanstärke belastet werden als dies bei einer scharfen Schneide der Fall ist. Wird eine Wendeplatte mit zu geringer Spanstärke eingesetzt, führt dies zu mangelhafter Spanbildung und erhöhter Reibung bzw. Wärmeentwicklung. Schlechte Standzeiten sind die Folge.

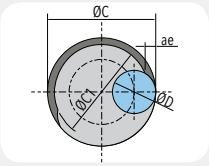
Eine Überlastung der Wendeplatte durch zu große Spanstärken kann dagegen zu Aus- oder Gewaltbrüchen der Schneidkante führen.

Für ein überzeugendes Zerspanungsergebnis ist eine optimale, der jeweiligen Wendeschneidplatte angepasste Schneidenbelastung daher unerlässlich.

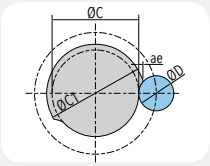
Neben verbesserten Standzeiten führt die Verwendung der o.g. Formel beim Besäumfräsen auch zu einer höheren Produktivität.

Tatsächliche Eingriffsbreite

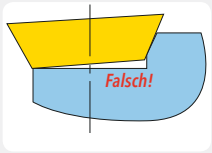
Bei zirkularen Innen- und Außenbearbeitungen entspricht das Aufmaß nicht der tatsächlichen Eingriffsbreite. Zur korrekten Berechnung sind die folgenden Formeln anzuwenden. Der so ermittelte Wert ae_{eff} wird dann zur Bestimmung des Zahnvorschubs in die Formel unter Abb. 2 eingesetzt.

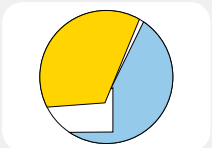


Innen $ae_{eff} = \frac{C^2 - C1^2}{4 \bullet (C-D)}$

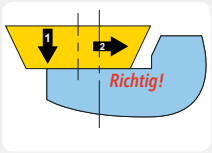


Außen $ae_{eff} = \frac{C1^2 - C^2}{4 \bullet (C+D)}$

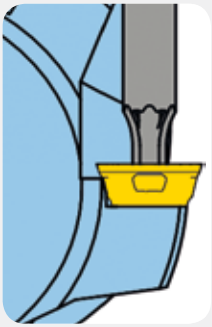




Beschädigung des Werkzeugs durch Verkanten der Platte



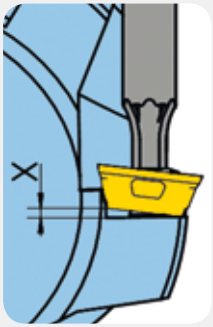
Richtige Montage der Wendeschneidplatte



Tipps:

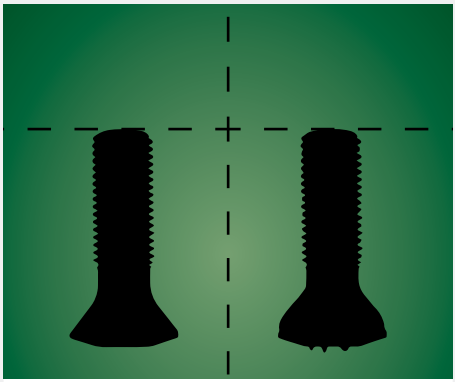
- *Gewinde gelegentlich mit Kupferpaste benetzen*
- *Auf Sauberkeit der Plattensitze achten*
- *Wendeschneidplatten korrekt in den Plattensitz einlegen*
- *Drehmomentschlüssel benutzen*

Wichtig bei Erstbestückung oder neuen Schrauben
Anziehen – Lösen – Anziehen



Korrekte Handhabung der Spannschraube

Leider wird die korrekte Handhabung der Spannschrauben vielfach unterschätzt. Dabei ist diese von entscheidender Bedeutung für einen erfolgreichen Zerspanungsprozess.
Selbst wenn Werkzeug, Schneidstoff, Spanformer und Schnittparameter optimal gewählt wurden, führt das Versagen einer Spannschraube unweigerlich zum Verlust der montierten Wendeschneidplatte und oftmals zum Defekt des Werkzeugs. Außerdem kann eine Beschädigung der Werkzeugmaschine und des bearbeiteten Bauteils nicht ausgeschlossen werden.
Abhilfe bietet in aller Regel die Verwendung eines passenden Drehmomentschlüssels. Während das subjektiv als korrekt empfundene Anzugsdrehmoment von Mitarbeiter zu Mitarbeiter mitunter stark variiert, stellt ein Drehmomentschlüssel objektiv und benutzerunabhängig stets das richtige Drehmoment zur Verfügung. Wie gravierend sich eine fehlerhafte Handhabung der Spannschrauben auswirken kann, verdeutlicht die folgende Darstellung:



Schraube im Anlieferungszustand | Schraube nach fehlerhafter Handhabung

Neben dem Einsatz von Drehmomentschlüsseln können die Verwendung von Keramik- bzw. Kupferpaste und der regelmäßige Tausch der Spannschrauben für zusätzliche Prozesssicherheit sorgen.
Nachfolgend erhalten Sie einen Überblick über das Ingersoll-Drehmomentprogramm.

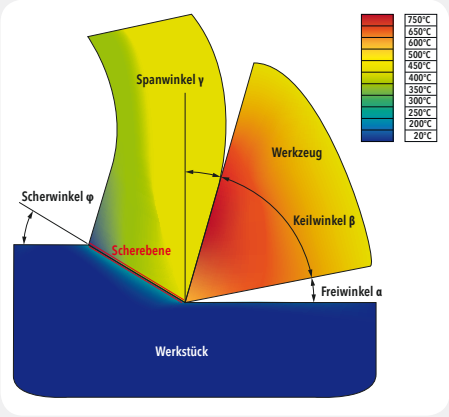
DREHMOMENTPROGRAMM

Artikelnummer	Drehmoment	Passender Klingentyp	Foto
Voreingestellte Drehmomentschlüssel mit geradem Griff und mechanischer Auslösung			
DTN005S	0,5 Nm	A	
DTN011S	1,1 Nm	A	
DTN020S	2,0 Nm	A	
DTN030S	3,0 Nm	A	
Voreingestellte Drehmomentschlüssel mit T-Griff und mechanischer Auslösung			
DT-35-02	4,0 Nm	B	
DT-40-01	4,5 Nm	B	
Einstellbare Drehmomentschlüssel mit geradem Griff und mechanischer Auslösung			
DTNV01S	0,4–1,0 Nm	A	
DTNV02S	1,0–5,0 Nm	A	
DTNV00S	2,0–8,0 Nm	A	
Voreingestellte Drehmomentschlüssel mit Schlüssel-Griff und optischem Auslösesignal			
DTQ-05W	0,6 Nm	C	
DTQ-08W	0,9 Nm	C	
DTQ-11W	1,2 Nm	C	
DTQ-13W	1,4 Nm	C	
DTQ-18W	2,0 Nm	C	
DTQ-27W	3,0 Nm	C	

Artikelnummer	Schlüsselgröße	max. Drehmoment	Klingentyp	Foto
DS-T05TB	Torx 5	0,4 Nm	A	
DS-T06TB	Torx 6	0,6 Nm	A	
DS-T07TB	Torx 7	0,9 Nm	A	
DS-T08TB	Torx 8	1,3 Nm	A	
DS-T09TB	Torx 9	2,5 Nm	A	
DS-T10TB	Torx 10	3,7 Nm	A	
DS-T15TB	Torx 15	5,5 Nm	A	
DS-T20TB	Torx 20	8,0 Nm	A	
DS-T25TB	Torx 25	8,0 Nm	A	
DS-TP06TB	Torx Plus 6	0,8 Nm	A	
DS-TP08TB	Torx Plus 8	1,3 Nm	A	
DS-TP09TB	Torx Plus 9	3,0 Nm	A	
DS-TP10TB	Torx Plus 10	4,5 Nm	A	
DS-TP15TB	Torx Plus 15	6,6 Nm	A	
DS-H015TB	SW 1,5	0,9 Nm	A	
DS-H02TB	SW 2	1,8 Nm	A	
DS-H025TB	SW 2,5	3,8 Nm	A	
DS-H03TB	SW 3	5,5 Nm	A	
DS-T15B	Torx 15, kurz	4,5 Nm	B	
DS-T15B1	Torx 15, lang	4,5 Nm	B	
DS-T06QB	Torx 6	0,6 Nm	C	
DS-T07QB	Torx 7	0,9 Nm	C	
DS-T08QB	Torx 8	1,2 Nm	C	
DS-T09QB	Torx 9	1,4 Nm	C	
DS-T10QB	Torx 10	2,0 Nm	C	
DS-T15QB	Torx 15	3,0 Nm	C	

Viele Zusammenhänge und Phänomene des Zerspanungsprozesses lassen sich anhand des Spanbildungsmodells anschaulich erläutern.
Zunächst dringt der Schneidkeil bei Erreichen einer ausreichenden Schnittkraft in den zu bearbeitenden Werkstoff ein, d.h. er verformt diesen erst elastisch und – nach Erreichen der Streckgrenze – plastisch. Dabei findet in der Scherebene der eigentliche Trenn- bzw. Schneidprozess statt. Die Werkstoffmoleküle werden nach Überwindung der Bindungskräfte unter Freisetzung von Wärme aneinander vorbeigeschoben. Hier zeigt sich nun auch der direkte Zusammenhang zwischen Schneiden- bzw. Werkzeuggeometrie und den auftretenden Schnittkräften und -temperaturen.
Wie im Schaubild ersichtlich wird, führt eine Reduzierung des Spanwinkels zu einem kleineren Scherwinkel und damit zu einer längeren Scherebene. Infolgedessen steigen die erforderliche Schnittkraft und die entstehende Zerspanungstemperatur an.
In der Praxis kann der erhöhte Temperatureintrag geringere Standzeiten zur Folge haben, außerdem ist eine größere Maschinenleistung erforderlich.
Im umgekehrten Fall führt ein positiverer Spanwinkel zu einem größeren Scherwinkel und zu einer Verkürzung der Scherebene. Schnittkräfte und Zerspanungstemperaturen sinken.
Allerdings kann der Spanwinkel nicht beliebig vergrößert werden, da dies stets zu einer Verringerung des Keilwinkels und damit der Schneidenstabilität führt.

Es gilt hier also einen möglichst optimalen, vom zerspanten Werkstoff abhängigen Kompromiss aus Weichschneidigkeit und Werkzeugstabilität zu erreichen.



Interessant ist auch eine Betrachtung der Temperaturverteilung.
Anhand des Temperatursprungs ist deutlich zu sehen, dass in der Scherebene die eigentliche Zerspanarbeit und der größte Wärmeeintrag erfolgt.
Durch Reibung auf der Spanfläche steigt die Temperatur zusätzlich an. So kann am Punkt der größten Schneidentemperatur Kolkverschleiß entstehen.
Maßnahmen zu einer Verringerung der Reibung wie Minimalmengenschmierung oder glatte Beschichtungen können helfen, die Temperaturentstehung zu begrenzen und so die Standzeit positiv zu beeinflussen.

INITIALKONTAKT

Der Begriff Initialkontakt beschreibt die beim Zerspanprozess entstehende Auftreffsituation zwischen Werkzeugschneide und Werkstück.

Wie in Abb. 1 gezeigt sind punktförmige (z.B. S-Kontakt), linienförmige (z.B. S-T-Kontakt) oder vollflächige (siehe hellblaue Fläche) Auftrefforte möglich.

Die Form des Initialkontakts hat unter Umständen große Auswirkung auf die Werkzeugstandzeit. Je länger die Zeitdauer zwischen einem ersten Auftreffen der Schneide und dem Eingriff von Punkt S, desto besser sind die zu erwartenden Standzeiten – dies haben Untersuchungen gezeigt.

Erklärbar ist dies durch die recht unterschiedliche Stabilität der Schneide an den jeweiligen Punkten. So zeigen sich in der Praxis sehr häufig Ausbrüche im Bereich der Schneidecke S, während diese bei Punkt U nahezu ausgeschlossen sind. Speziell bei harten Materialkrusten hat sich daher ein U-Aufschlag als günstig erwiesen.

Einfluss auf den Initialkontakt können die Anstellung des Werkzeugs (relative Position zwischen Werkstück und Werkzeug), sowie die Geometrie von Werkzeug (axiale und radiale Einbaulagen) und Wendeschneidplatte (neutraler bzw. positiver Spanformer) haben.

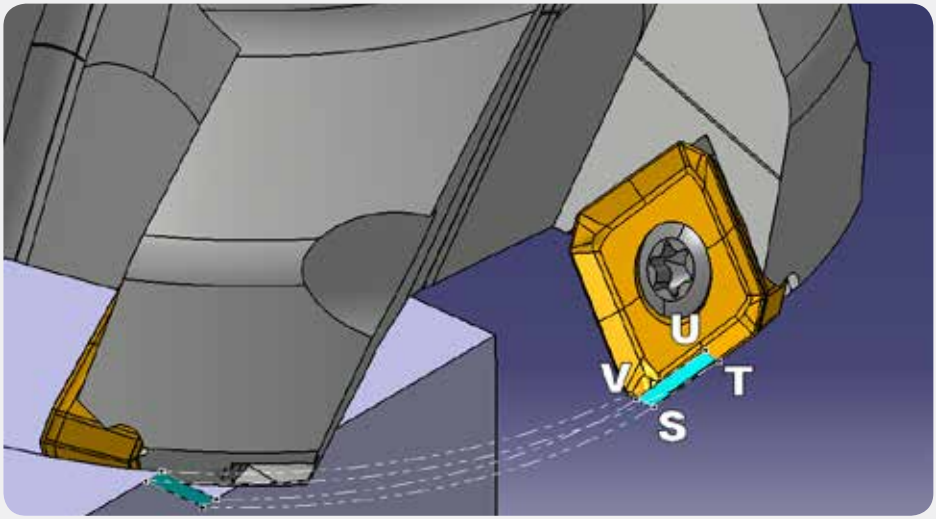


Abb. 1

In der täglichen Praxis hat es der Metallzerspaner mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Werkstoffen zu tun. Je nach Legierungsbestandteilen, physikalisch-chemischen Eigenschaften, Homogenität und Vergütungszustand sind diese jedoch sehr unterschiedlich gut zerspanbar.

Dabei können Werkstoffe mit guter Zerspanbarkeit in aller Regel mit hohen, Werkstoffe mit schlechter Zerspanbarkeit mit nur geringen Schnittgeschwindigkeiten bearbeitet werden. Entscheidend ist hierbei die beim Zerspanungsprozess entstehende Wärme, bzw. wie gut diese vom Schneidstoff abgeführt werden kann. Daher gilt es, die Warmhärte von Schneidstoff und Beschichtung zu beachten.

Hilfreich in der Bewertung der Zerspanbarkeit kann die Kenntnis des vereinigten Wärmewertes sein, der das Produkt aus Wärmekapazität, Dichte und Wärmeleitfähigkeit des zu bearbeitenden Werkstoffs darstellt. Den größten Einfluss auf den vereinigten Wärmewert (und damit auch auf die Zerspanbarkeit) hat dabei die Wärmeleitfähigkeit.

Diese erklärt z.B. auch die sehr unterschiedliche Zerspanbarkeit von Aluminium- und Titanlegierungen, da Titan eine etwa um den Faktor 20 schlechtere Wärmeleitfähigkeit aufweist als Aluminium. Der Wärmeeintrag in den Schneidstoff kann bei Titan daher nur durch den konsequenten Einsatz von Kühlmedien und die Wahl moderater Schnittgeschwindigkeiten begrenzt werden.

Jedoch ist auch bei allen anderen Werkstoffen der individuelle Wärmeeintrag bei der Definition von Schneidstoff, Beschichtung, Schnittparametern und Kühlmedien von Bedeutung.

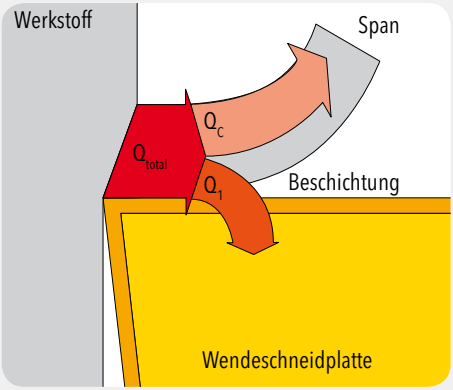
WÄRMEFLUSS

Wie bereits anhand des Spanbildungsmodells dargelegt, findet im Bereich der Scherebene die eigentliche Zerspanungsarbeit statt. Dabei entsteht Wärme, die bestmöglich vom Schneidstoff abgeführt werden muss. Letztlich dienen alle der dafür üblichen Methoden alleinig diesem Zweck:

Die Wasser-Öl-Emulsion eines konventionellen Kühlschmierstoffs reduziert durch den Ölanteil einerseits die Reibung (und damit zusätzlichen Wärmeeintrag), zum Anderen trägt der Wasseranteil zur Kühlung bei. Eine Reduzierung von Reibung ist Hintergrund der Minimalmengenschmierung (MMS).

Bei kryogener Zerspanung wird die Werkzeugschneide mit Hilfe von -196°C kaltem Stickstoff heruntergekühlt. Speziell bei schwer zerspanbaren Werkstoffen, wie Titan- oder Nickelbasislegierungen, ergeben sich daraus erhebliche Standzeitvorteile.

Schneidstoffbeschichtungen weisen meist eine höhere Warmhärte als das Schneidstoffsubstrat auf. Abgesehen davon dienen auch sie der Minimierung von Reibung, und in gewissen Grenzen auch als thermische Isolationsschicht. Es gibt allerdings auch die Möglichkeit, durch die Wahl der Schnittparameter Einfluss auf den Wärmefluss zu nehmen.



Großvolumige Späne können eine größere Wärmemenge von der Schneide abführen; geringere Schnittgeschwindigkeiten senken die entstehenden Zerspanungstemperaturen. Somit ergeben sich oftmals Standzeitvorteile durch die Verwendung moderater Schnittgeschwindigkeiten bei gleichzeitig erhöhtem Vorschub.

SPANARTEN

Die bei der Zerspanung entstehenden Spanarten sind im Wesentlichen vom bearbeiteten Werkstoff, der Geometrie des Werkzeugs und den Bearbeitungsparametern abhängig. Grundsätzlich wird nach folgenden drei Spanarten unterschieden, wobei die Übergänge fließend sein können:

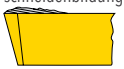
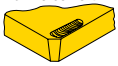
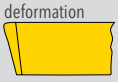
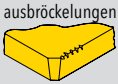
Name	Kennzeichnung	Spanbildung	Bedingungen
Fließspan	• *zusammenhängender Span* • *unterschiedliche Oberfläche* • *untere Seite immer glatt*	• *kontinuierliches Abfließen des Werkstoffes* • *Spanelemente werden in der Scherzone nicht getrennt, sondern kontinuierlich umgeformt*	• *zäher Werkstoff bei günstigen Spanbedingungen (hohe Schnittgeschwindigkeit, positive Spanwinkel)*
Scherspan	• *einzelne, nicht zusammenhängende Spanelemente erkennbar* • *Oberfläche stark gezackt*	• *Spanlamellen werden in der Scherebene nur gering umgeformt, voneinander getrennt, aber anschließend wieder verschweißt*	• *Störform des Fließspans* • *Störursachen: Ungleichheiten im Werkstoff, Schwingungen, zu kleiner Spanwinkel, große Schnitttiefe, kleine Schnittgeschwindigkeit*
Reissspan (Bröckelspan)	• *einzelne, nicht zusammenhängende Spanelemente* • *raue Oberfläche durch Bruchgefüge (vorauseilender Riss)*	• *spröde Werkstoffe reißen bereits nach geringer Verformung in der Scherzone (z. B. Guss, Hartguss, Gussbronze, Messing)* • *bei extrem spröden Werkstoffen völliger Zerfall der Spanlamellen*	• *Werkstoffe mit geringem plastischem Verhalten (geringe Schnittgeschwindigkeit, negative Spanwinkel)*

SPANFORM

Es gibt eine Vielzahl von Einflussgrößen auf die Spanform. Insbesondere beim Drehen ist die Spanform von großer Bedeutung und kann z.B. durch die Wahl eines geeigneten Spanformers entscheidend beeinflusst werden. Als günstig werden Spanformen bewertet, die ein möglichst kleines Volumen mit geringer Verletzungsgefahr kombinieren. Die Spanformen können in folgende Klassen eingeteilt werden:

Klasse	Spanform und Spanraumzahl R		Beurteilung
1	Bandspan R ≥ 90		Ungünstig
2	Wirrspan R ≥ 90		Ungünstig
3	Wendel- oder Schraubenspan R ≈ 60		Brauchbar
4	Wendel- oder Schraubenbruchspan R ≈ 25		Günstig
5	Spiralspan R ≈ 10		Günstig
6	Spiralspanstücke R ≈ 5		Günstig
7	Bröckelspan oder Spanbruchstücke R ≈ 3; Teilweise verschweißt		Brauchbar

MASSNAHMEN BEI FRÄSPROBLEMEN

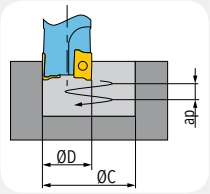
Verschleißart	Info	Ursache	Lösungsmöglichkeiten
Aufbau-schneidenbildung 	Materialaufschweißungen an der Schneidkante treten auf, wenn der Span infolge zu niedriger Schnitttemperatur nicht richtig abfließt.	• *zu geringe Schnittgeschwindigkeit* • *zu geringer Spanwinkel* • *Schneidstoff mit zu geringer Verschleißfestigkeit* • *nicht angepasste Kühlung*	• *Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit* • *Vergrößerung des Spanwinkels* • *Einsatz von Beschichtungen* • *Einsatz einer wirksamen Kühlung*
Freiflächen-verschleiß	Extremer Freiflächenverschleiß reduziert den Freiwinkel und verschlechtert die Oberflächengüte.	• *zu hohe Schnittgeschwindigkeit* • *Schneidstoff mit unzureichender Verschleißfestigkeit* • *nicht angepasster Vorschub (zu geringer Vorschub)*	• *Schnittgeschwindigkeit senken* • *Schneidstoff mit höherer Verschleißfestigkeit wählen, beschichtete Güteklasse wählen* • *Vorschub in richtiges Verhältnis zu Schnittgeschwindigkeit und Schnitttiefe setzen (Vorschub erhöhen)*
Kolkverschleiß 	Kolkverschleiß schwächt die Schneide und verändert die Schneidengeometrie.	• *zu hohe Schnittgeschwindigkeit* • *nicht angepasster Vorschub* • *zu geringer Spanwinkel* • *falsch zugeführtes Kühlmittel* • *Schneidstoff mit zu geringer Verschleißfestigkeit*	• *Schnittgeschwindigkeit senken* • *Vorschub, Schnittgeschwindigkeit, Schnitttiefe ins richtige Verhältnis setzen* • *positiven Spanwinkel benutzen* • *Kühlmittelmenge und/ oder -druck erhöhen* • *Einsatz von Beschichtungen*
Schneidkanten-deformation 	Hohe mechanische Beanspruchungen und hohe Zerspanungstemperaturen können zu plastischen Verformungen der Schneid-kanten führen.	• *zu hohe Arbeitstemperatur, daher Erweichung des Grundmaterials durch zu hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sowie harte Werkstückstoffe* • *Beschädigung der Beschichtung*	• *Schnittgeschwindigkeit senken, verschleißfestere Schneidstoffsorten verwenden, Spanquerschnitt (insbes. Vorschub) verkleinern, Einsatz angepasster Kantenverrundung, Anstellwinkel verkleinern, Kühlung vorsehen* • *rechtzeitig Plattenwechsel vornehmen*
Kammrisse	Rechtwinklig zur Schneidkante entwickeln sich zunehmend Risse, hervorgerufen durch Wärmewechselbelastungen im unterbrochenen Schnitt. Bruchgefahr.	• *Sich ändernde Spandicke* • *Schwankende Kühlschmierstoffzuführung* • *Thermische Wechsellast und damit einhergehende Spannungswechsel (bei unterbrochenem Schnitt)*	• *Gleichmäßige Eingriffsbedingungen wählen* • *Kühlmittel gleichmäßig und in ausreichender Menge zuführen, insbesondere bei Hartmetallen und keramischen Schneidstoffen, Kühlung vermeiden* • *Schneidstoff mit höherer Zähigkeit und besserer Temperaturwechsel-beständigkeit wählen, Kühlschmiermittel in ausreichender Menge zuführen oder ganz vermeiden bei Hartmetallen*
Schneidkanten-ausbröckelungen 	Kleinere Ausbrüche an der Schneidkante, meistens in Verbindung mit Freiflächenverschleiß.	• *Oxidation* • *Abrieb*	• *Geeignete Beschichtung wählen* • *Schnittgeschwindigkeit verringern; falls jedoch wärmebeständiges Material mit keramischen Schneidstoffen bearbeitet wird, Schnittgeschwindigkeit erhöhen*

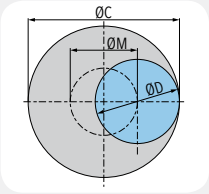
Fräswerkzeuge für die der Tauchwinkel α bekannt ist, können auch zum Zirkularbohrfräsen eingesetzt werden. Sofern dieser mit dem jeweiligen Werkzeug herstellbar ist, ist der zu erzeugende Bohrungsdurchmesser C unerheblich. Sogar die Fertigung einer Ringnut ist auf diese Weise möglich. Zu beachten ist jedoch, dass der kleinstmögliche Bohrungsdurchmesser C_{min} nicht unterschritten werden darf, da sich das Werkzeug sonst nicht mehr freischneidet und aufläuft. Größt- und kleinstmöglicher Bohrungsdurchmesser, wie auch die Bereiche für ebenen oder unebenen Bohrungsgrund, sind je nach verwendeter Wendeschneidplatte und dem Werkzeugdurchmesser individuell unterschiedlich. Details dazu entnehmen Sie bitte den entsprechenden Schnittwertempfehlungen.

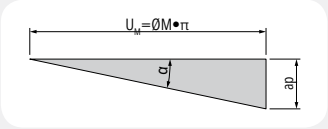
Die Zustellung ap pro Umlauf lässt sich über den Umfang der Fräsermittelpunktsbahn mit folgender Formel berechnen:

$ap=(C-D)\bullet\pi\bullet\tan\alpha$

Bitte beachten Sie dabei, dass es sich sowohl beim Tauchwinkel α als auch bei der errechneten Zustellung pro Umlauf um Maximalwerte handelt, die nur unter optimalen Bedingungen und bei sehr gut zerspanbaren Werkstoffen erzielbar sind. Beim Tauchfräsen sollte generell nur mit rund der Hälfte der bei der Vollnutbearbeitung machbaren Schnitttiefe gefahren werden.

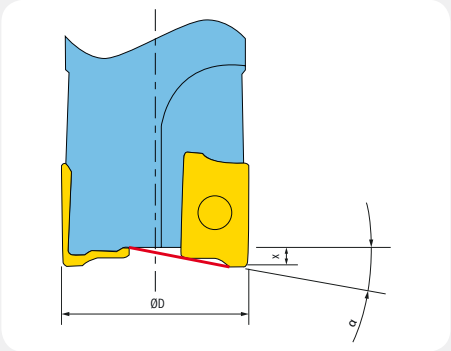






Tauchfähigkeit

Die Tauchfähigkeit eines Fräswerkzeugs ist maßgeblich von seinem Durchmesser und dem Überstand der Wendeplatte gegenüber dem Werkzeugkörper bestimmt.
Im Regelfall ist ein Werkzeug also umso besser tauchfähig je kleiner sein Durchmesser ist. In gleicher Weise trägt ein großes Überstandsmaß x zu einer guten Tauchfähigkeit bei. Ausnahmen können sich ergeben, wenn die Wendeplatte keinen oder einen zu geringen Freiwinkel aufweist.



Bereits Ende der 1930er Jahre in der einschlägigen Fachliteratur beschrieben, wurde das Prinzip des Weitwinkelfräsens jedoch erst in jüngerer Zeit populär, als geeignete Bearbeitungsmaschinen und -werkzeuge in breiterer Masse zur Verfügung standen.

Ziel des Hochvorschubfräsens ist eine Produktivitätssteigerung, die bei Werkzeugen mit sehr kleinen Einstellwinkeln von $\varkappa < 20°$ erreicht werden kann. Wie in nachfolgendem Schaubild gezeigt, ergibt sich unter Beibehaltung des Zahnvorschubs fz und gleicher Schnitttiefe ap eine Änderung des Schlankheitsgrades b/h, die unmittelbar durch den verwendeten Einstellwinkel beeinflusst ist.

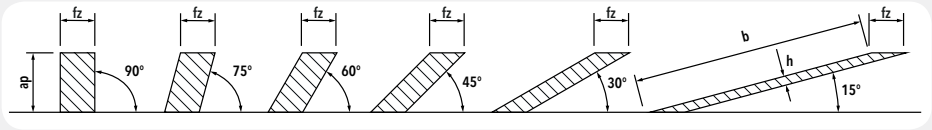


Abb. 1:
Änderung der Spanstärke h in Abhängigkeit des Einstellwinkels ϰ bei gleichbleibendem Zahnvorschub fz

Der Produktivitätsvorteil des Weitwinkelfräsens ergibt sich, wenn die beim Eckfräsen mit $\varkappa=90°$ übliche Spanstärke von h=fz (in Abb. 1 ganz links dargestellt) auf ein Werkzeug mit sehr geringem Einstellwinkel (z. B. $\varkappa=15°$; in Abb. 1 ganz rechts dargestellt) übertragen wird. Um hier dieselbe Spanstärke zu erzielen, muss bzw. kann der Zahnvorschub fz erheblich gesteigert werden – im oben genannten Fall um den Faktor 3,9.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass durch den geringen Einstellwinkel vermehrt axiale Zerspanungskräfte auftreten. Da bei den im Werkzeug- und Formenbau häufig anzutreffenden tiefen Kavitäten zumeist verlängerte Werkzeuge eingesetzt werden, sind zunehmende Axialkräfte bei gleichzeitiger Minimierung der Radialkräfte jedoch eher von Nutzen.

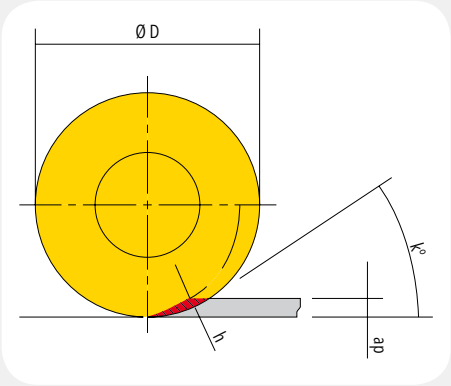


Abb. 2:
Auch Rundwendeplatten sind prinzipiell für Weitwinkelfräsen geeignet

Ein weiterer Vorteil des Weitwinkelfräsens besteht in dem schälenden Eintritt der Werkzeugschneide. Während beim Eckfräsen die Schneidkante praktisch schlagartig in den zu bearbeitenden Werkstoff eindringt, vergeht bis zum kompletten Eingriff der Hochvorschubschneide eine erheblich größere Zeit. Oft sind wesentlich verbesserte Standzeiten die Folge.

Wie in Abb. 2 gezeigt, sind Rundwendeplatten ebenfalls für Hochvorschubfräsen geeignet, vorausgesetzt die Schnitttiefe ap übersteigt ein gewisses Maß nicht.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass im Fall von Rundwendeplatten kein konstanter Einstellwinkel vorliegt.

Vielmehr beginnt dieser bei 0° und steigt theoretisch bis auf 90° an. In der Praxis hat sich deshalb bewährt, von einem gemittelten Einstellwinkel auszugehen. Da per Definition ab einem Einstellwinkel $\varkappa \leq 20°$ von Weitwinkelfräsen gesprochen werden kann, lässt sich die maximal für das Hochvorschubfräsen geeignete Schnitttiefe mit Hilfe der folgenden Formel berechnen, wobei D für den Durchmesser der Rundwendeplatte steht.

Exakte Berechnung: $ap = D \times \sin(20°)^2$

Angenähert: $ap = D \times 0{,}1$

Um nun den zu programmierenden Zahnvorschub zu ermitteln, werden der Durchmesser der Rundwendeplatte D und die gewünschte Spanstärke h in nachfolgende Gleichung eingesetzt.

$$fz = -\frac{D}{2} \bullet \tan(20°) + \sqrt{\left(\frac{D}{2} \bullet \tan(20°)\right)^2 + h \bullet \frac{D}{\cos(20°)}}$$

Der Einsatz von Rundewendeplatten zum Hochvorschubfräsen birgt jedoch auch Nachteile. Zum einen lässt sich bauartbedingt nur eine relativ kleine Zähnezahl im Werkzeugkörper realisieren, was zu einem geringeren Gesamtvorschub führt. Zum anderen kann nicht mit hohem Vorschub an 90°-Schultern heran bearbeitet werden; in Bauteilecken bzw. -schultern bleibt so mindestens der Radius der Rundwendeplatte unbearbeitet zurück. Dieses Restmaterial muss später mit einem anderen Werkzeug entfernt werden.

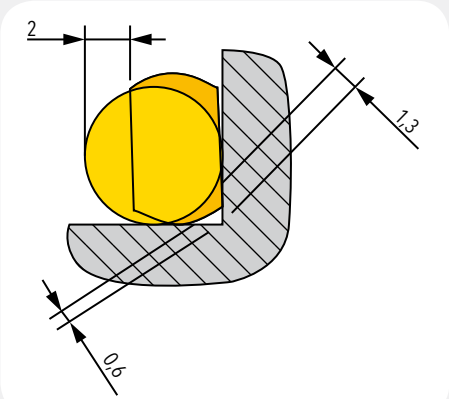


Abb. 3:
Vergleich einer 6 mm Rundwendeplatte mit der Hochvorschubwendeschneidplatte UOMT0602TR

Vielfach empfiehlt sich daher der Einsatz von Werkzeugsystemen, die speziell für das Winkelfräsen entwickelt wurden. Ein beispielhafter Vergleich der Hochvorschubwendeschneidplatte UOMT0602TR mit einer 6 mm Rundwendeplatte macht dies deutlich (siehe Abb 3.).

Durch den geringeren Platzbedarf der UOMT0602TR können bei gleichem Werkzeugdurchmesser erheblich mehr Zähne untergebracht werden. Durch den Einstellwinkel von mehr als 90° kann auch an Schultern heran bearbeitet werden und es bleibt weniger Restmaterial zurück.

Auflistung aller Ingersoll-Hochvorschub-geometrien:

Geometrie	Programmierradius	max. Schnitttiefe
UOMT06…	R1	0,5
PEMT05…	R2,5	1
PNCQ08… / PNCT08…	R4,5	1,5
DPM324R004 / DPM324R126	R4,5	3
DPM436R10…	R	3,5
UNLU06…	R2	1
UNEU12…	R3	2
SDES13… / SDMS13…	R3	2,2
SDES19… / SDMS19…	R4,5	3,7
ChipSurfer 45A…	R2–R3	0,6–1,5
ChipSurfer 47A…	R1,6–R3,6	0,4–1,2
Plendur INCOO…Z3	R0,28–R1,9	0,2–1,3

Eine exakte rechnerische Ermittlung der Maschinenleistung ist durch die Vielzahl an Einflussgrößen (z.B. Wendeplatten- und Werkzeuggeometrie, Schneidkantenstumpfung bzw. -verschleiß, Werkstoffgefüge etc.) in aller Regel nicht praktikabel. Es bietet sich daher an, die für eine mechanische Bearbeitung benötigte Maschinenleistung überschlägig zu berechnen.

In folgender Tabelle finden Sie Werte für das spezifische Spanvolumen Q_{sp}, das veranschaulicht, wieviel Kubikzentimeter eines bestimmten Werkstoffs pro Kilowatt und Minute üblicherweise zerspant werden können. Ein hoher Wert von Q_{sp} steht hierbei also für Werkstoffe, die über eine gute Zerspanbarkeit verfügen bzw. einen großen Materialabtrag bei geringer Maschinenleistung ermöglichen. Je kleiner der Wert, desto mehr Maschinenleistung ist erforderlich und desto schwerer ist der Werkstoff zerspanbar. Bitte beachten Sie, dass es sich bei den errechneten Werten von P_{theo} lediglich um einen groben "Daumenwert" handelt!

		Spezifisches Spanvolumen Q_{sp} [cm³/kw•min]
P	Stahl	15–30
M	Rostfrei	~20
K	Guss	25–37
N	NE-Metalle	~52
S	Superlegierung	11,5–15
H	harte Werkstoffe	~11,5
O	Kunststoff & Graphit	100–250

Für die Fräsbearbeitung $P_{theo} = \frac{a_p \bullet a_e \bullet v_f}{Q_{sp} \bullet 1000}$

Für die Bohrbearbeitung $P_{theo} = \frac{D^2 \bullet \pi/4 \bullet v_f}{Q_{sp} \bullet 1000}$

Für die Drehbearbeitung $P_{theo} = \frac{a_p \bullet f \bullet v_f}{Q_{sp} \bullet 1000}$

ANTRIEBSLEISTUNG

Erforderliche Antriebsleistung, näherungsweise, mit Hilfe des spezifischen Zeitspanvolumens Qsp ermittelt!

$$P_{mot} = \frac{Q\,(cm^3/min)}{Qsp\,(cm^3/kW \bullet min)}$$

$$P_{mot} = \frac{a_e \bullet a_p \bullet vf}{1000 \bullet Qsp}$$

Tabelle für Qsp verschiedener Werkstoffe, in Abhängigkeit von fz
Qsp (cm³ / kW • min) wenn

Zerspanter Werkstoff	fz = 0,1 mm	fz = 0,25 mm	fz = 0,6 mm
35 Ni Cr Mo 16	15 - 17	18 - 20	22 - 24
38 CR Al Mo 7	16 - 18	19 - 21	23 - 25
42 Cr Mo 4	16,5 - 18,5	19,5 - 21,5	23,5 - 25,5
X 5 Cr Ni Mo 18 10	17,5 - 19,5	20,5 - 22,5	24,5 - 26,5
50 Cr V 4	17,5 - 19,5	20,5 - 22,5	24,5 - 27
16 Mn Cr 5	18 - 20	21,5 - 23,5	25,5 - 28
C 45 - C 60	19,5 - 21,5	23,5 - 25,5	28 - 31
Ti6Al4V	20 - 22	26 - 28	31 - 33
GGG	25 - 27,5	30 - 33	36 - 39
GG 26	28 - 31	33,5 - 37	39,5 - 43
GTW - GTS	32,5 - 36	38,5 - 42	45,5 - 49
MS 80	39 - 43	58 - 62	69 - 73
Al - Si	69 - 72	82 - 85	-
Al - Mg	83 - 85	100 - 105	-

Der höhere Wert gilt für normal positive Schneidgeometrie ohne Schneidenabstumpfung.

Beispiel:

Bedingungen:

Material:	C45
Werkzeug:	ON5H080R00 (Ø80 mm; Z=10)
Vc:	150 m/min
fz:	0,25 mm
n =	600 U/min
Vf =	1500 mm/min
ae =	60 mm
ap =	3 mm
Maschinenleistung:	22 kW

Berechnung P_{mot}:

Q=270 cm³/min

$$P_{mot} = \frac{Q\,(cm^3/m\ in)}{Qsp\,(cm^3/kW \bullet min)}$$

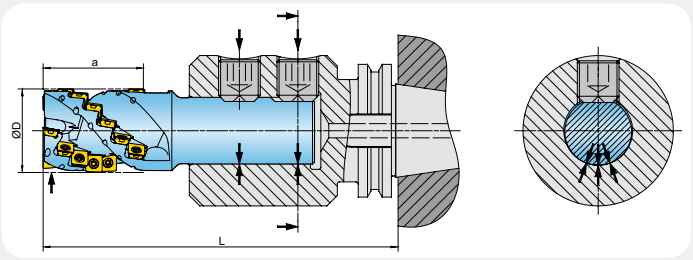
Q=270 cm³/min

Qsp=24,5 cm³/kW•min

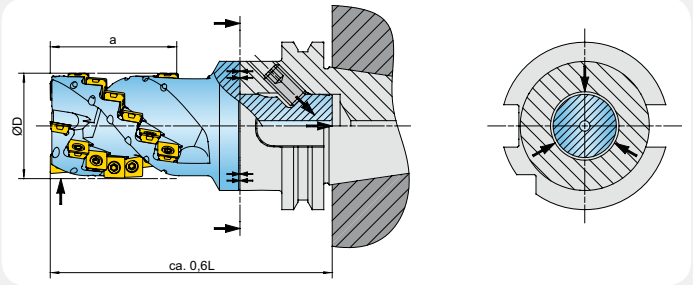
$$P_{mot} = \frac{Q\,(cm^3/min)}{Qsp\,(cm^3/kW \bullet min)}$$

P_{mot}=11 kW

Weldon versus InnoFit

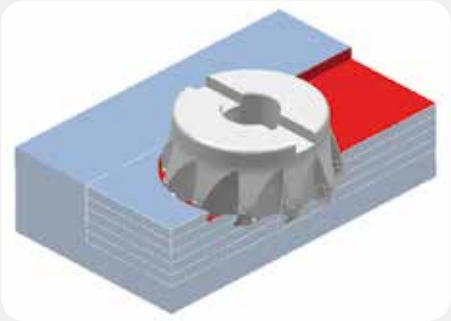


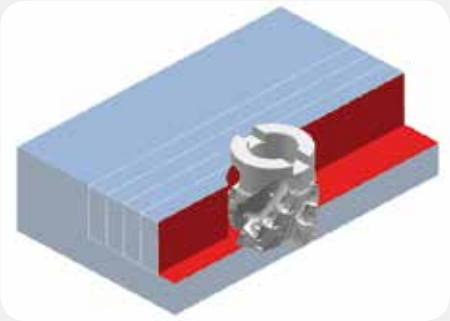
Weldon
Vibrationen



InnoFit
40% Kürzer

Eckfräser versus Walzenstirnfräser





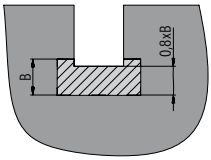
Vorteile:

- *Bei kleinen Tiefen immer erste Wahl*

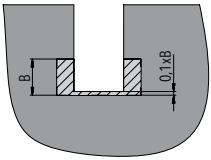
Vorteile:

- *Geringer Eingriff, kleiner Schnittbogen*
- *Höhere Drehzahl, mehr Leistung*
- *Bei kleinen Maschinen große Q [cm³/min]*

HiPosQuad T-Nutenfräser

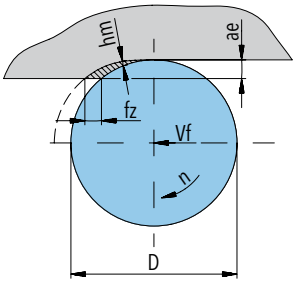


Bei normalen Bearbeitungsbedingungen
Durch starke Kühlmittel- bzw. Druckluftzufuhr für guten Späneabfluss sorgen!



Bei leistungsschwachen Maschinen
Durch starke Kühlmittel- bzw. Druckluftzufuhr für guten Späneabfluss sorgen!

T-Clamp Scheibenfräser

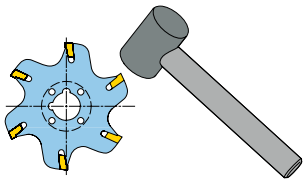


Der empfohlene Vorschubwert muss je nach Schnitttiefe a_e gemäß der folgenden Tabelle korrigiert werden:

$\frac{a_e}{D}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$
f_z	+ 15%	+ 30%	+ 45%	+ 100%

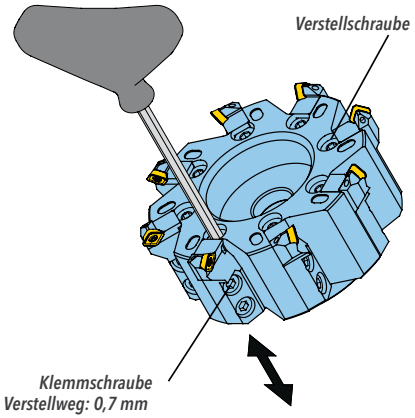
Schnittwerte

D:	Fräserdurchmesser (mm)
n:	Drehzahl (min^{-1})
V_f:	Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)
V_c:	Schnittgeschwindigkeit (m/min)
a_e:	Radiale Schnitttiefe (mm)
h_m:	Mittlere Spanungsdicke (mm)
f_z:	Vorschub pro Zahn (mm)
Z_{eff}:	Anzahl der effektiven Schneiden



Montage der Schneideinsätze
Schneideinsätze in die Aufnahmetaschen einsetzen und durch leichte Schläge mit dem Kunststoffhammer bis zum Festanschlag positionieren. Vor der Bestückung mit den Schneideinsätzen müssen die Aufnahmetaschen gesäubert und von Spanrückständen befreit werden.

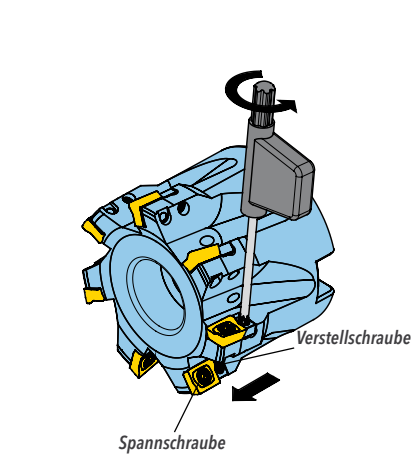
Kassettenfräser 4W3A...



Montage des Kassettenfräsers

- *Verstellschrauben anziehen.*
- *Kassetten einsetzen und an den axialen Anschlag pressen.*
- *Klemmschrauben festziehen.*
- *Über die Schneiden den Planlauf des Fräsers messen und den höchsten Punkt (Kassette) ermitteln.*
- *Die Klemmschrauben der zu verstellenden Kassette lösen und wieder leicht anziehen.*
- *Entsprechend dem höchsten Messwert alle Kassetten mit Hilfe der Verstellschraube einstellen.*
- *Klemmschrauben gut anziehen.*

Eckfräser 2J5P...



Einstellen des Planlaufs

- *Durch Einschrauben der Differentialschraube im Uhrzeigersinn Verstellklotz nach unten schrauben.*
- *Wendeplatten montieren und Spannschrauben mit Drehmomentschlüssel (1,1 Nm) anziehen.*
- *Durch Drehen der Differentialschraube gegen den Uhrzeigersinn den Verstellkeil anlegen.*
- *Planlauf des Werkzeugs vermessen und die Schneide mit dem höchsten Messwert finden.*
- *Durch Drehen der Differentialschraube gegen den Uhrzeigersinn Schneide auf das Sollmaß bringen.*
- *Spannschrauben nochmals mit Drehmomentschlüssel nachziehen.*
- *Der Verstellbereich sollte 70 µm nicht überschreiten.*

Prozesssichere Bearbeitung

- *Kontrollierter Spanabfluss*
  - *Wirbelbeginn am Boden der Bohrung*
  - *kurze Kommaspäne*
  - *weicher Schnitt durch Gleichlauffräsen*
- *Hohe Wiederholgenauigkeit*
  - *durch Benutzung von Wendeplatten immer gleicher Toleranzqualitäten*
- *Höchste Qualität*
  - *Oberflächenqualität der Flanken kleiner µm R_t 1*
  - *einwandfreie geometrische Gewindeform*
- *Geringe Werkzeugkosten*
  ein Werkzeug für:
  - *mehrere Durchmesser*
  - *mehrere Steigungen*
  - *Rechts- und Linksgewinde*
  - *metrische und zöllige Gewinde*
  - *Sondergewinde, die in dem angegebenen Durchmesserbereich liegen*
  - *geringe Lagerhaltungskosten*
  - *kein Nachschleifen*
  - *alle Gewinde-Wendeplatten sind stufenlos für einen bestimmten Steigungsbereich einsetzbar.*

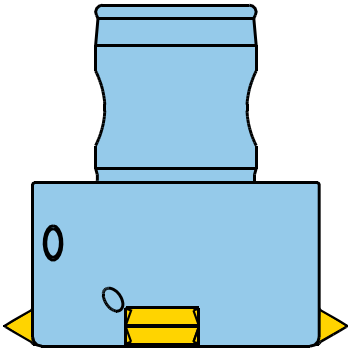
Richtwerte zum Innengewinde-Zirkularfräsen

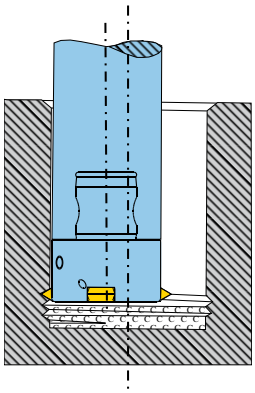
Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)		
	Rm [MPa]	trocken	nass
Stahl	400–700	260	320
	500–800	230	300
	800–1100	200	280
	1100–1400	60	150
Stahlguss	400–700	150	280

Gewindesteigung	Gewinde-Außen-Ø*
1 mm	0,40 mm
2 mm	0,35 mm
3 mm	0,30 mm
4 mm	0,25 mm
5 mm	0,20 mm
6 mm	0,15 mm
7 mm	0,12 mm
8 mm	0,10 mm

* Vorschub des Fräsermittelpunktes errechnet sich aus der Formel:

$$V_{fm} = \frac{(\text{Gewinde-Außen-Ø} - D) \bullet n \bullet f_z \bullet z}{\text{Gewinde-Außen-Ø}}$$





Alle Gewindefräser mit innerer Kühlmittelzufuhr

Achtung! Diese Richtwerte müssen den entsprechenden Verhältnissen angepasst werden! Bei sehr tiefen Gewinden ist es angebracht, das Gewinde in 2 Durchgängen zu fräsen.

NOTIZEN

In diesem Kapitel möchten wir Ihnen das Schlichten mit Ingersoll MicroMill Breitschlicht-Werkzeugen erläutern.

Sie finden unter anderem auch Hinweise über die Funktion der rechtlich geschützten Nebenschneideneinstellung (Spindelsturzangleichung) der Wendeschneidplatte, durch die eine hervorragende Oberflächenqualität am Werkstück erzeugt wird.

Grundlagen der Schlichtbearbeitung

Wenn immer möglich, sollte beim Schlichtfräsen das Breitschlicht-Fräsverfahren angewandt werden. Dieses Verfahren beruht darauf, dass alle am Schnitt beteiligten Schneiden eine parallel zur fräsenden Fläche verlaufende Nebenschneide aufweisen, die in ihrer Länge der Strecke des Vorschubs einer Spindelumdrehung plus 1 - 1,5 mm entspricht.

Die Wirkung des Breitschlicht-Verfahrens beruht darauf, dass alle Schneiden am Umfang mit ihrer Hauptschneide das Material abtragen und alle Nebenschneiden die Werkstückoberfläche glätten.

Hierbei entfernt im Verlauf einer Spindelumdrehung die am weitesten vorstehende Schneide die Unebenheit und Rauhigkeit, die von der vorangegangenen Schneide hinterlassen wurde. So wird eine ebene und glatte Oberfläche in hoher Qualität erzeugt.

Die höchste Schneide wird nach gewisser Zeit stärker an der Nebenschneide verschleißen als die anderen Schneiden. Zu diesem Zeitpunkt treten dann weitere Schneiden in Aktion, bis sich das Fräswerkzeug auf ein bestimmtes Planlaufniveau angeglichen hat.

In diesem Zustand erzeugt das Werkzeug über lange Standzeiten eine sehr gute Oberfläche. Theoretisch würde eine einzige Breitschlichtschneide zur Erzeugung einer Schlichtfläche ausreichen.

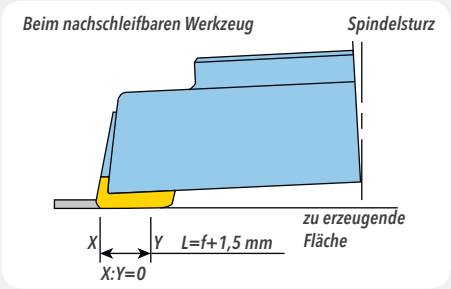
Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass eine einzige Schleppschneide einen zu kurzen Standweg erzielt. Aus diesem Grund sollen, wenn von der Stabilität des Werkstückes her möglich, alle am Schnitt beteiligten Schneiden als Breitschlichtschneiden ausgebildet werden.

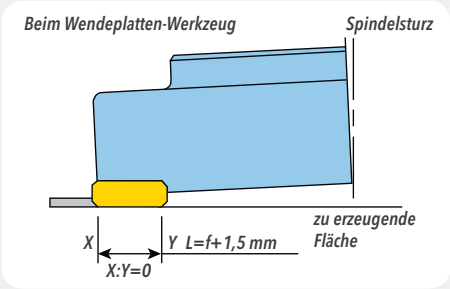
Bei besonders labilen Werkstücken kann jedoch jede 2. Schneide z.B. stirnseitig zurückgeschliffen oder bei den Wendeschneidplatten-Werkzeugen zurückgesetzt werden. Hierdurch wird der auftretende Axialdruck des Fräswerkzeuges vermindert. Die Ebenheit der gefrästen Fläche kann so verbessert und Vibrationen weitestgehend vermieden werden.

Im Nachfolgenden sind im Vergleich die Merkmale eines richtig konzipierten nachschleifbaren Schlichtwerkzeuges und des Wendeschneidplatten-Werkzeuges zum Schlichten dargestellt.

Optimale Länge und Lage der Nebenschneide

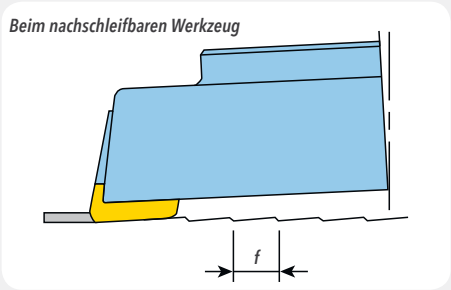
Die Lage der Nebenschneide ist parallel zu der zu erzeugenden Fläche und ca. 1,5 mm länger als der Vorschub pro Umdrehung (f).

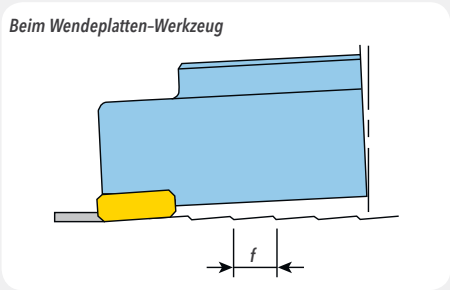




Fehlerquellen

Die Lage der Nebenschneide ist nicht parallel zu der zu fräsenden Fläche

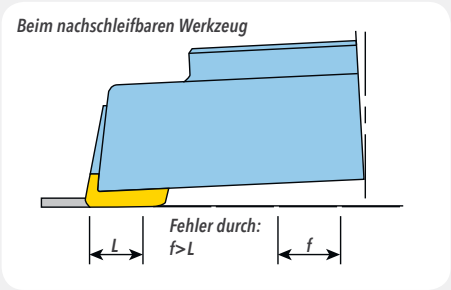


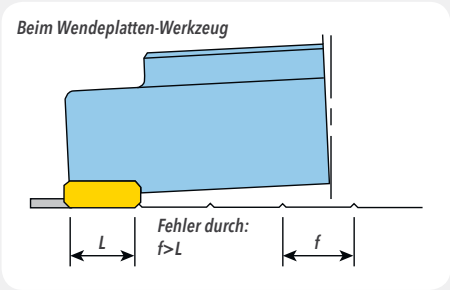


Fehler, der auf unkorrekten Schliff des Messerkopfes zurückzuführen ist

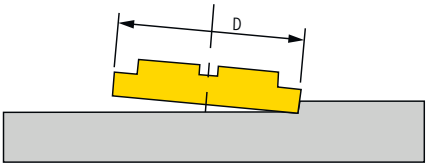
Fehler, der auf unkorrekte Einbaulage der Wendeplatte zurückzuführen ist

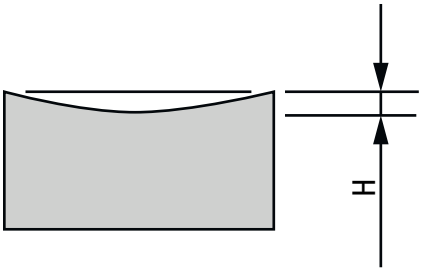
Die Länge der Nebenschneide ist kürzer als der Vorschub pro Umdrehung (f).

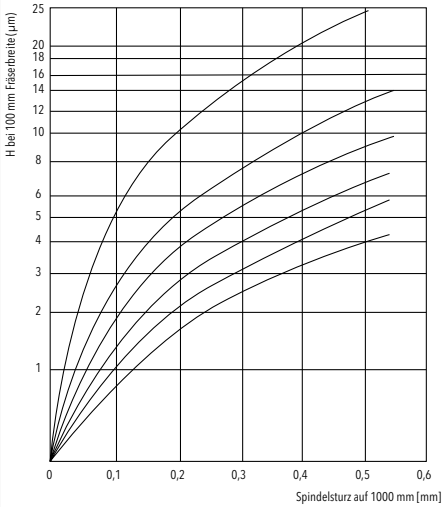




Sturz an der Werkzeugspindel verhindert ein Nachschneiden des Werkzeugs

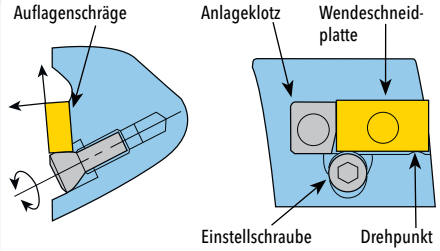






auftretende konkave Formabweichung H

Funktionsbeschreibung



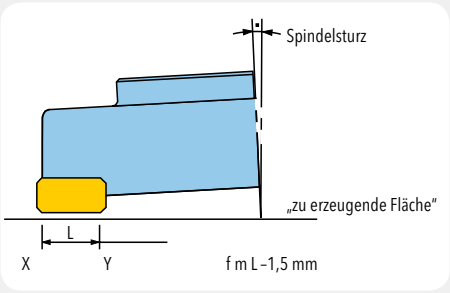
- *Durch das Hoch- oder Herunterdrehen der Einstellschraube wird die Wendeschneidplatte auf ihrem Plattensitz entlang der Auflagenschräge in tangentialer Richtung verschoben.*
- *Hierbei geschieht gleichzeitig auch eine Höhenverstellung der Wendeschneidplatte und somit eine Änderung in der Nebenschneidenlage.*

- *Die Lage der Nebenschneide kann entsprechend der Notwendigkeit aus der Anwendung und des Spindelsturzes steigend oder fallend eingestellt werden.*
- *Das Einstellen der Wendeschneidplatte geschieht normalerweise einmalig im Herstellwerk, bzw. beim Ersteinsatz des Werkzeuges.*

Bedienungsanleitung

Maximaler Umdrehungsvorschub

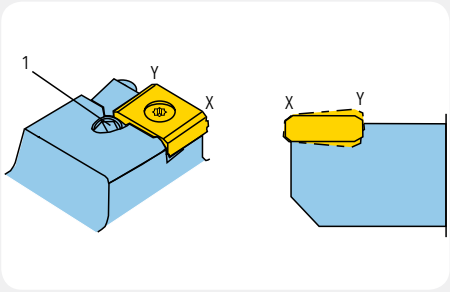
Der maximale Vorschub pro Umdrehung (f) sollte mindestens 1,5 mm kleiner als die Länge (L) der Nebenschneide sein. Werkzeugserien mit unterschiedlichen Nebenschneidenlängen siehe Werkzeugbeschreibung.



Einstellung der Nebenschneide

Die Nebenschneide der 6F2B Serie ist werkseitig so eingestellt, dass "X" 0,01–0,015 mm höher als "Y" ist. Sollte die Lage der Nebenschneide aufgrund der Einsatzbedingungen korrigiert werden müssen, so geschieht dies durch Verdrehen der Einstellschraube 1. Die Spannschraube 3 (siehe unten) sollte vor dem Verdrehen der Einstellschraube 1 gelöst werden.

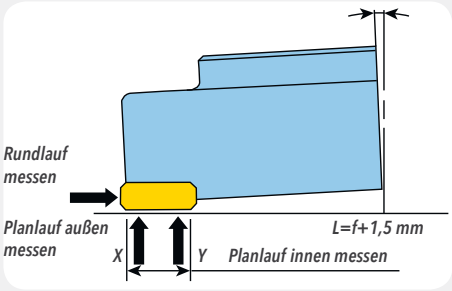
Um den Punkt "Y" der 6F2B Serie relativ zum Punkt "X" zu erhöhen, muss die Einstellschraube gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden.



Details eines Schlichtfräsers 6F2B

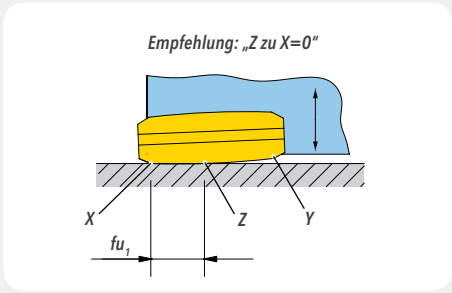
1. Exzenterstift
2. Wendeplatte
3. Spannschraube
4. Schwenkpunkt
5. Einstellschraube

Einstellung der Nebenschneide



- *Der Planlauf wird innen und außen, d.h. bei Y und X gemessen, dabei sind Abweichungen von 0,01–0,015 mm zulässig. Es gilt aber zu beachten, dass der Planlauf auf der Innenseite (bei Y) meist schlechter ist als außen (bei X), da sich dort Plattentoleranzen und Abweichungen der Nebenschneideneinstellung addieren. Der Rundlauf sollte innerhalb von 40 µm liegen.*
- *Die erforderliche Planlaufgenauigkeit wird durch Austauschen der Wendeschneidplatten untereinander erreicht.*

Empfehlung zur Nebenschneiden-Einstellung



Die Ingersoll MicroMill Werkzeuge werden mit einer Ø-abhängigen Standard-Nebenschneideneinstellung ausgeliefert.
In einigen Fällen muss die Nebenschneidenlage einmalig auf den benötigten Anwendungsfall angepasst werden.
Dazu empfiehlt es sich die Höhe der Nebenschneide an Punkt „Z" auf das gleiche Niveau zu „X" einzustellen.
–> „Z zu X = 0"
So ist eine noch optimale Welligkeit der Fläche bei geringstem Axialdruck zu erreichen.
„Z" befindet sich zu „X" im Abstand vom benötigtem Umdrehungsvorschub „fu".

Schnittbögen

Große Schnittbögen:
- *hohe thermische Belastung*
- *kleine Schnittgeschwindigkeiten*

Kleine Schnittbögen:
- *geringe thermische Belastung*
- *große Schnittgeschwindigkeiten*

Aus diesen Gründen sind ae-Werte von ca. 65–75% des Werkzeugdurchmessers anzustreben.

Auswirkung der Aufmassgrösse auf die Standzeit

- *Zu kleine Aufmaße, die unter Kantenverrundung liegen, bedeuten erhöhten Schneidendruck, da die Schneide den Span vor sich herschiebt.*
- *Bei zu großen Aufmaßen wird die Hauptschneide zu sehr beansprucht.*
- *Auf die Nebenschneide hat die Aufmaßgröße keine Auswirkung.*

Vorschubveränderung bei kleinen und grossen Schnittbreiten

- *Bei kleinen Schnittbreiten kann der Vorschub gesteigert werden, da der hm-Wert kleiner wird.*
- *Umgekehrt sollte bei großen Schnittbreiten der Vorschub reduziert werden.*

Gegenmassnahmen bei Negativbedingungen

Negativbedingungen	Gegenmaßnahmen
labile Aufspannung	• geeignete Spannmittel einsetzen • zusätzliche Spannmittel anbringen
labile Werkstücke	• Anzahl der Wendeschneidplatten reduzieren • bei großen Aufmaßen: anpassen der Schnittwerte
große Aufnahmenlänge	• Bei großen Durchmessern: möglichst Planlage verwenden • bei kleinen Durchmessern: für entsprechende Abstützung sorgen

Fehler und Fehlerbeseitigung

Fehler	Fehlerbeseitigung
Welligkeit	Führung der Fräsmaschine auf Spiel überprüfen Frässpindelspiel / Spannung überprüfen Bemerkung: Die Welligkeit wird nicht vom Werkzeug erzeugt!
Sägezahnprofil	Sturzeinstellung nicht in Ordnung Werkzeug durch verstellen der Einstellschraube nachjustieren
R-Wert aus dem Toleranzbereich	Wendeplatten beschädigt Aufmaß überschritten Verschleißmarke der Wendeplatten erreicht

Abhilfe \ Problem	Schneidkanten-ausbröckelung	Extremer Freiflächenverschleiß	Hoher Kolkverschleiß	Aufbauschneiden-bildung	Schneidkanten-deformation	Kammrisse, Plattenbruch	Schlechte Werkstückoberfläche	Rattern, Vibrationen	Spanbildung, Spänestau	Kantenausbrüche am Werkstück	Maschinen-überlastung
Schnittgeschwindigkeit	G	H	H	G	H		G	P			H
Vorschub je Zahn	H	G	H	G	H	H	H	P		H	H
Schneidstoff-Zähigkeit	G					G					
Schneidstoff-Verschleißfestigkeit		G	G		GP						
Einstellwinkel				P				H	P	H	H
Spanwinkel	H			GP	GP	P		G	P		
Schneidkantenfase	G			P			H			H	
Stabilität, Spannung	G					G	G	G			
Plan-, Rundlaufgenauigkeit							G	G		P	
Positionierung des Fräswerkzeuges						P	P	P		P	
Kühlung, Späneabfuhr			G	G	P		P		P		
Schnitttiefe	P					P	P	P		H	H
Legende	G: erhöhen			H: reduzieren			P: optimieren				

OCTOPLUS™ SCHLICHTFRÄSER OWHH

In dieser Werkzeugserie werden primär Schneidstoffe für hohe Schnittgeschwindigkeiten im Graugussbereich, SiN und CBN eingesetzt.
Das Werkzeug ist also für das Schlichten von kurzspanenden Materialien konzipiert. Alternativ kann das Werkzeug auch komplett mit HM-Schrupp- und Schlichtschneiden bestückt werden. In beiden Fällen wird durch eine Auslegung mit geringer Anzahl Schlichtschneiden wenig Axialdruck auf das Werkstück ausgeübt.

EMPFOHLENE SCHNITTWERTE:

Schneidstoff	ISO	Material	empf. Schnitttiefe ap [mm] Schlichten	Schnittgeschwindigkeit Vc [m/min]	Vorschub pro Zahn fz [mm]
HM	K	Grauguss GG	0,2–0,5	110–180	0,1–0,25
SiN/CBN			0,2–0,5	450–1000	0,08–0,2

SiN/CBN		HM	
ONCU0505ANN Schruppschneide SiN	ONCX050408FN-WCT Schlichtschneide CBN	ONCU0505ANEN Schruppschneide HM	ONCU050508FN-W Schlichtschneide HM

ACHTUNG:
In dem Werkzeug können **entweder** die nebenstehenden SiN- und CBN-Schneidstoffe **oder** HM-Schneiden miteinander kombiniert werden.

EINSTELLANWEISUNG:

Der Schlichtplattensitz kann wie folgt justiert werden:

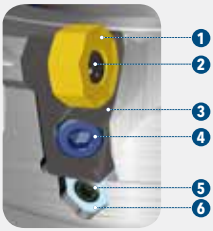
a) Schlicht über Schrupp einstellen:

- *Dazu zunächst die höchste Schruppschneide lokalisieren.*
- *Bei gelöster Befestigungsschraube* **(4)** *die Schlichtschneiden mittels Stellschraube* **(5)** *0,05 mm über die höchste Schruppschneide stellen.*
- *Befestigungsschraube mit 8 Nm anziehen.*
- *Vorgang ggf. wiederholen.*

b) Planlauf einstellen:

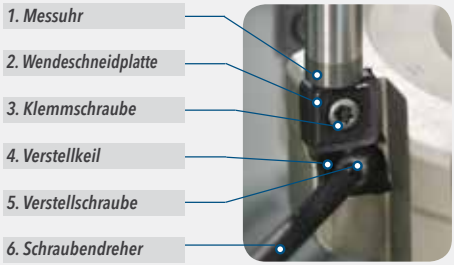
Je genauer der Planlauf über die Schlichtschneiden eingestellt ist (ca. 2 - 4 µm), um so besser ist die erzielte Oberflächengüte.

- *Für die Planlaufeinstellung sollte ebenfalls die Befestigungsschraube* **(4)** *gelöst werden, um eine Vorspannung im System zu vermeiden.*
- *Beim Drehen der Stellschraube* **(5)** *im Uhrzeigersinn wird die Schneide nach oben bewegt.*
- *Der höchste Punkt der Schlichtschneide liegt in Schneidkantenmitte.*
- *Die Befestigungsschraube mit 8 Nm anziehen.*
- *Vorgang ggf. wiederholen.*

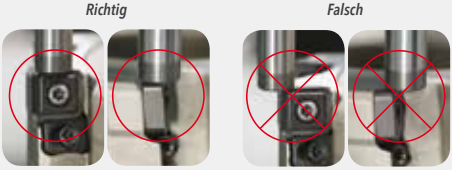


1	Schlichtschneide	ONCU / ONCX
2	Senkschraube	SM40-100-10 (4,5 Nm)
3	Halter	6OH183R02
4	Befestigungsschraube	DIN 912 M5X16-12.9 (8 Nm)
5	Stellschraube	SB060-10
6	Stellkeil	PA-5189

BEZEICHNUNG DER EINZELTEILE

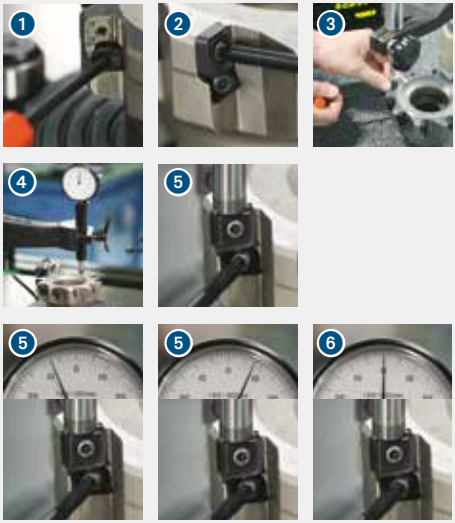


RICHTIGE HANDHABUNG DER MESSUHR



EINSTELLANWEISUNG

1. Verstellkeil [4] durch verdrehen der Verstellschraube [5] im Uhrzeigersinn ganz nach unten stellen. Hierbei bitte nicht zuviel Kraft anwenden.
2. Plattensitz gründlich säubern und danach die neue Schneide montieren. Bitte Klemmschraube [3] vollständig anziehen, ein Nachziehen ist nicht erforderlich.
3. Nach Montage aller Platten, Planlauf des Fräser messen und höchste Wendeschneidplatte merken. Messstößel bitte vorsichtig aufsetzen, um Schneiden nicht zu beschädigen.
4. Durch Drehen der Verstellschraube [5] gegen den Uhrzeigersinn das Maß der höchsten Wendeschneidplatte ggf. anpassen. Min. 0,01 mm verstellen.
5. Restliche Wendeschneidplatten in gleicher Weise auf Maß der höchsten Wendeschneidplatte einstellen. Max. 0,1 mm Verstellmaß. Planlauf mit max. 0,005 mm Abweichung aller Platten schrittweise einstellen. Bei zu hoher Abweichung Schritte 1; 2 und 5 wiederholen.
6. Nach erfolgter Einstellung des Planlaufs müssen Klemmschrauben nicht nachgezogen werden.



BESONDERE VORSICHTSMASSNAHMEN

- *Beim Einsetzen der Wendeplatten sicherstellen, dass der Verstellkeil ganz nach unten gestellt ist. Vor der Wendeplattenmontage ebenfalls darauf achten, den Verstellkeil ganz einzuschrauben.*
- *Bitte Plattensitz und Wendeplatte gründlich reinigen, bevor Sie eine neue Wendeschneidplatte oder Schneide montieren. Auch bei der Montage des Verstellkeils stets darauf achten, dass dieser soweit eingeschraubt wird, bis er den Grund des Plattensitzes berührt. Dabei auch auf die Lage der Verstellschraube achten.*

FORMMASTER V™ Einstellbarer Schlichtfräser 5V2D...R00

Definierte „rasterbare Einstellung"!
Verstellbereich: +/- 0,5 mm
(nach Voreinstellung ab Werk)

Befestigungsschraube mit 3 Nm anziehen!
Zur Einstellung einen Torx6 oder Torx6Plus verwenden!

CBN Wendeschneidplatte
(2 Schneidkanten)
CNHU060310N-001 IN80B (R1)
CNHU060304N-001 IN80B (R0,4)

Einstellanweisung:

Einstellschraube (1)
Verstellung axial 5 µm
pro Raster in der Höhe

Befestigungsschraube (2)
DIN912 M4 x 12

Einstellschraube (3)
Verstellung radial 5 µm
pro Raster im Durchmesser

Kassette:
7050739 65D133R00

Einstellung im Durchmesser:

1. Am Werkzeugvoreinstellgerät den Durchmesser prüfen (z.B. Ø 66,02 mm).
2. Befestigungsschraube (2) der Kassette um 2 Umdrehungen lösen. Einstellschraube (3) mit 4 spürbaren Rasterungen verstellen. Befestigungsschraube (2) mit dem Drehmomentschlüssel wieder anziehen (Verstellung im Durchmesser von 4 x 0,005 mm = 0,02 mm).

Einstellung axial:

1. Am Werkzeugvoreinstellgerät das Längenmaß prüfen (z.B. 135,03 mm)
2. Befestigungsschraube (2) der Kassette um 2 Umdrehungen lösen. Einstellschraube (1) mit 6 spürbaren Rasterungen verstellen. Befestigungsschraube (2) mit dem Drehmomentschlüssel wieder anziehen (Verstellung axial von 6 x 0,005 mm = 0,03 mm).

Empfohlene Schnittwerte für FormMaster V (einstellbar)

ISO	Material	Schnittparameter	IN2005	IN05S	IN80B
P	unlegierter Stahl	Schnittgeschwindigkeit vc [m/min]	200–350	–	–
		Zahnvorschub fz [mm]	0,1–0,2	–	–
	legierter Stahl < 800 N/mm2	Schnittgeschwindigkeit vc [m/min]	180–300	–	–
		Zahnvorschub fz [mm]	0,1–0,2	–	–
	legierter Stahl < 1100 N/mm2	Schnittgeschwindigkeit vc [m/min]	150–250	–	–
		Zahnvorschub fz [mm]	0,1–0,2	–	–
K	Grauguss	Schnittgeschwindigkeit vc [m/min]	200–300	–	800–1200
		Zahnvorschub fz [mm]	0,1–0,2	–	0,05–0,12
	Gusswerkstoffe	Schnittgeschwindigkeit vc [m/min]	180–300	–	600–1000
		Zahnvorschub fz [mm]	0,1–0,2	–	0,05–0,12
S	Aluminium	Schnittgeschwindigkeit vc [m/min]	–	800–1200	–
		Zahnvorschub fz [mm]	–	0,1–0,2	–

- *Empfohlenes Aufmaß für die Stechbearbeitung* **ae** *= 0,1–0,15 mm.*
- *Bei max. Ausspannlängen ist die Schnittgeschwindigkeit* **vc** *zu reduzieren!*
- *Bei der Bearbeitung von GG Materialien und einem Aufmaß von < 0,1 mm ist die ziehend-stechende Bearbeitung möglich!*

MICRO MILL™ Schlichtfräser 5FKX

Das Werkzeug ist ausschließlich für das Hochgeschwindigkeitsschlichten von kurzspanenden Materialien konzipiert. Bei dieser Werkzeugserie wird durch eine geringe Anzahl an Breitschlichtschneiden geringer Axialdruck auf das Werkstück ausgeübt. Um gute Oberflächenergebnisse zu erzielen, sollten diese im Planlauf auf ca. 3 - 5 µm eingestellt werden.
Die Breitschlichtschneide mit CBN-Layer überdeckt einen Umdrehungsvorschub von max. 6 mm. Die Umdrehungsvorschübe sind entsprechend < 6 mm zu wählen, jedoch sollten die zulässigen Zahnvorschübe der Umfangsschneiden nicht überschritten werden!

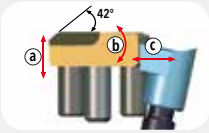
Empfohlene Schnittwerte:
$Fu_{max.}$ = 6 mm

ISO	Material	empfohlene Schnitttiefe ap [mm] Schlichten	Schnittgeschwindigkeit Vc [m/min]	Vorschub pro Zahn fz [mm]
K	Grauguss GG	0,2–0,5	450–1000	0,08–0,2

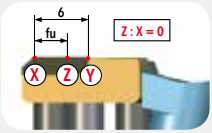
Einstellanweisung für 5FKX Schlichtfräser:

Der Schlichtsitz kann in folgenden Freiheitsgraden justiert werden:

a) Planlaufeinstellung:
Durch gleichmäßiges Drehen beider Stellschrauben (**1 + 2**) in gleicher Richtung. (Dabei sollten die Schlichtschneiden ca. 0,03 - 0,05 mm über der höchsten Schruppschneide stehen). Durch rechtsseitiges Drehen der Stellschrauben **(1+2)** wird der Überstand der Schlichtschneide verringert, durch linksseitiges Drehen vergrößert.
Dabei müssen beide Stellschrauben um den gleichen Betrag verstellt werden.

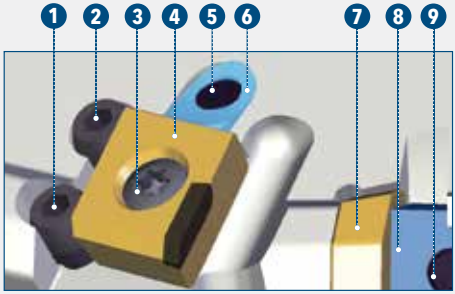


b) Nebenschneideneinstellung:
Durch linksseitiges Drehen der Stellschraube (**2**) wird **Y > X** gestellt.



zu b): Einstellung der Nebenschneidenlänge

c) Durchmessereinstellung:
Durch Justage mittels Stellschraube und Keil (**5 + 6**). Hierbei soll die Schlichtschneide im 42°-Bereich der Hauptschneide mit der SiN-Schneide überlappen bzw. radial bis 0,02 mm zurückstehen.
Die o.g. Einstellungen müssen bei gelöster Wendeschneidplatte durchgeführt werden! Nach jeweiliger Justage (**a, b, c**) die Senkschraube (**3**) wieder mit 6 Nm anziehen.



1	Stellschraube	SC050-01
2	Stellschraube	SC050-01
3	Senkschraube	SM50-160-10 (6 Nm)
4	WSP (CBN)	YWH454L101
5	Differenzialschraube	SB060-02
6	Stellkeil	2M0612-01
7	WSP (SiN)	OPDN53-100
8	Klemmkeil	2K0610-01
9	Klemmschraube	SB060-01 (4,5 Nm)

MICRO MILL™ SCHLICHTFRÄSER VFBN & VFEN

ANWENDUNG:

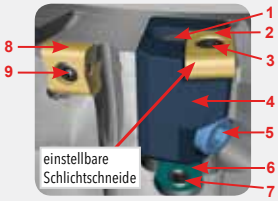
Das Werkzeug ist primär für das Schlichten von kurzspanenden Materialien konzipiert. Bei dieser Werkzeugserie wird mit einer geringeren Anzahl an Breitschlichtschneiden weniger Axialdruck auf das Werkstück ausgeübt. Um gute Oberflächenergebnisse zu erzielen, sollten diese im Planlauf auf ca. 3 - 4 µm eingestellt werden. Die Umdrehungsvorschübe sind entsprechend der geforderten Oberflächenangabe zu wählen, jedoch sollten die zulässigen Zahnvorschübe der Umfangsschneide nicht überschritten werden.

Empfohlene Schnittwerte:

ISO	Material	empf. Schnitttiefe ap [mm] Schlichten	Schnittgeschwindigkeit Vc [m/min]	Vorschub pro Zahn fz [mm]
K	GG	0,3 – 0,5	110 – 180	0,10 – 0,35
	GGG	0,3 – 0,5	100 – 160	0,10 – 0,35
	GJV	0,3 – 0,5	80 – 120	0,10 – 0,35
	ADI	0,3 – 0,5	80 – 120	0,10 – 0,35

AXIALVERSTELLUNG:

1. Werkzeug reinigen.
2. Die ▽-Schneide NND313.111 montieren, deren Planlauf sollte max. 0,025 mm betragen. Die Senkschraube **(9)** wird dazu mit 3 Nm angezogen. Nun davon die höchste ▽-Schneide lokalisieren.
3. Den ‚Schlicht- über Schruppüberstand' mit einer YXD-Wendeschneidplatte **(2)** an den Schlichtsitzen relativ zur höchsten ▽-Schneide einstellen. In der Standardeinstellung ist die ▽▽▽-Schneide $0{,}05^{\pm 0{,}02}$ mm höher als die ▽-Schneide. Dazu beim axialen Verstellen des Halters **(4)** die Befestigungsschraube **(5)** wieder mit 10 Nm anziehen und messen. Ggf. erneut korrigieren.
4. Nun die restlichen 3 ▽▽▽-Sitze bestücken und nach gleichem Schema axial einstellen bis ein Planlauf von 3 - 4 µm zur Schlicht- bzw. 4 - 8 µm zur Schruppbearbeitung erreicht wird.
5. Zur Endkontrolle erneut Rund- und Planlauf kontrollieren, Werkzeugdurchmesser und Bauhöhe prüfen, ggf. korrigieren.



Nr.	Bauteil	Bezeichnung
1	Stellschraube	SC050-14
2	Wendeplatte	YXD323-101/YXD334-100
3	Senkschraube	SM40-110-00
4	Halter	56B193R00/56D193R00
5	Befestigungsschraube	DIN 912 M6X30-12.9
6	Stellkeil	KR012-002
7	Differentialschraube	SB060-01
8	Wendeplatte	NND313-111
9	Senkschraube	SM30-090-10

NEBENSCHNEIDENLAGE Y ZU X:

Meist reicht die werksseitige Standardeinstellung aus, jedoch kann mit der von Ingersoll entwickelten Verstellung die Nebenschneide auf den geforderten Umdrehungsvorschub angepasst werden.

Zur Einstellung der Nebenschneide siehe S. 42-43

ECOMILL™ Schrupp- Schlichtfräser 5NKL

Anwendung:

Primär zum Egalisieren von kurzspanenden Materialien, je nach Bedarf und Anforderung auch für das Schruppen mit verbesserten Oberflächen, sowie zum Schlichten.
Dazu sind, in der Anzahl abhängig vom Werkzeugdurchmesser, axial einstellbare Schlichtschneiden vorgesehen, die effektiv an der Hauptschneide mitschneiden. Um gute Oberflächenergebnisse zu erzielen, sollten diese im Planlauf auf ca. 4 µm eingestellt werden. So kann dann auch ein größerer f_u gefahren werden, als die effektive Nebenschneidenlänge von 6,5 mm.

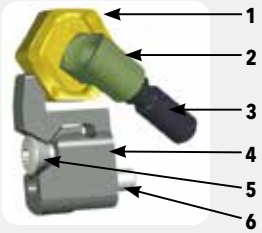
ISO	Material	empfohlene Schnittiefe ap [mm]			Schnittgeschw. Vc [m/min]	Vorschub pro Zahn fz [mm]
		maximal	Egalisieren	Schlichten		
K	GG	7	1 – 1,5	0,3 – 0,5	110 – 180	0,12 – 0,35
	GGG	7	1 – 1,5	0,3 – 0,5	100 – 160	0,12 – 0,35
	GJV	7	1 – 1,5	0,3 – 0,5	80 – 120	0,12 – 0,35
	ADI	7	1 – 1,5	0,3 – 0,5	80 – 120	0,12 – 0,35

Einstellanweisung:

1. Werkzeug reinigen.
2. Die ▽-Schneiden HNCF090516TN-WE montieren, Planlauf sollte max. 0,025 mm betragen. Zum Klemmen die Differentialschraube **(3)** mit 5 Nm anziehen. Dann die höchste Schneide ermitteln.
3. Den 'Schlicht- über Schrupp-Überstand' mit einer Wendeschneidplatte HNCF0905DNN-W **(1)** an den Schlichtsitzen relativ zur höchsten ▽-Schneide einstellen (▽▽▽-Schneide mit gesintertem 'W' nach oben montieren). In der Standard-einstellung ist die ▽▽▽-Schneide 0,07 ±0,01 mm höher als die ▽-Schneide. Dazu beim Verstellen des Elementes **(4)** die Differentialschraube **(3)** wieder mit 5 Nm anziehen und messen. Ggf. erneut korrigieren.
4. Nun die restlichen ▽▽▽-Sitze bestücken und nach gleichem Schema axial einstellen, bis ein Planlauf von 3 - 4 µm zur Schlicht- bzw. 4 - 8 µm zur Schrupp-bearbeitung erreicht wird.
5. Zur Endkontrolle erneut Rund- und Planlauf kontrollieren, Werkzeugdurchmesser und Bauhöhe prüfen, ggf. korrigieren.

einstellbare Schlichtschneide

Nr.	Bauteil	Bezeichnung
1	Wendeplatte	HNCF0905DNN-W
2	Klemmkeil	2M0612-01
3	Differentialschraube	SB060-02
4	Verstellelement	AJHN 10N
5	Stellschraube	SO 40140I
6	Befestigungsschraube	SM40-110-00



VOMAX™ EGALISIER-SCHLICHTFRÄSER VF2V

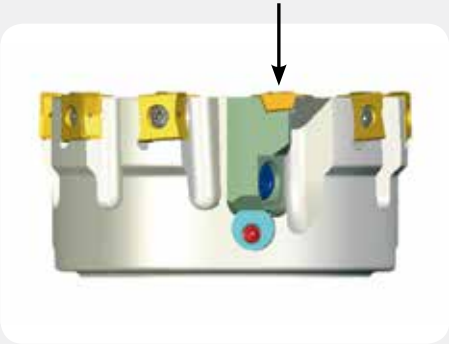
Bei Schlichtoperationen sollten folgende Vorschübe pro Umdrehung nicht überschritten werden:

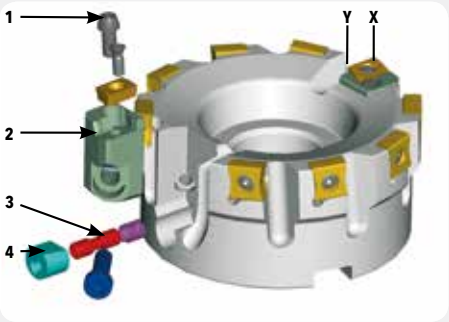
Wendeschneidplatte	Vorschub pro Umdrehung
YDA323L101	8 mm/U
YDA323L114	4 mm/U
NNE324L109	4 mm/U

Die Umdrehungsvorschübe sind entsprechend der geforderten Oberflächenangaben zu wählen, jedoch darf der zulässige Zahnvorschub der Umfangsschneiden nicht überschritten werden!

EINSTELLUNG SCHLICHT- ÜBER SCHRUPPSCHNEIDE:

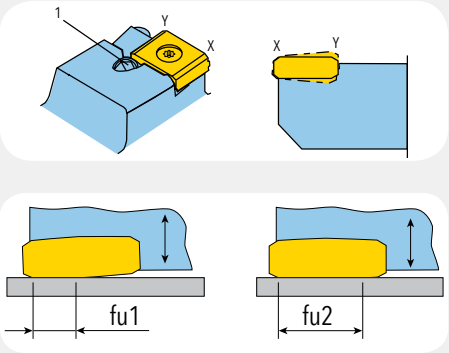
0,08 +/-0,02 (werkseitige Einstellung)
kann mittels Verschieben des Wendeplattenhalters **(2)** durch Keil **(4)** über Differentialschraube **(3)** angepasst werden.



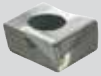


EINSTELLUNG DER NEBENSCHNEIDE:

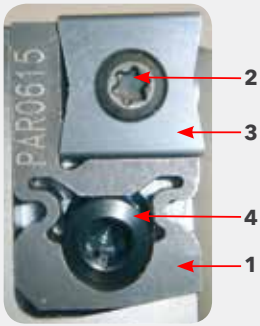
Mit der von Ingersoll patentierten Verstellung kann die Nebenschneide an den benötigten Umdrehungsvorschub angepasst werden.
Sollte die Lage der Nebenschneide aufgrund der Einsatzbedingungen korrigiert werden müssen, so geschieht dies durch Verdrehen der Einstellschraube (1).
Das Verstellen sollte nur bei gelöster Wendeschneidplatte durchgeführt werden.
Bei der Serie VF2V wird durch Drehen in Linksrichtung Y>X gestellt.



HINWEIS:
Bei Schlichtoperationen sollten folgende Vorschübe pro Umdrehung nicht überschritten werden:

Wendeschneidplatte	Vorschub pro Umdrehung
YNE324-100	max. 3,8 mm/U
 NYE324R100 (PKD)	max. 3,0 mm/U

EINSTELLANLEITUNG:

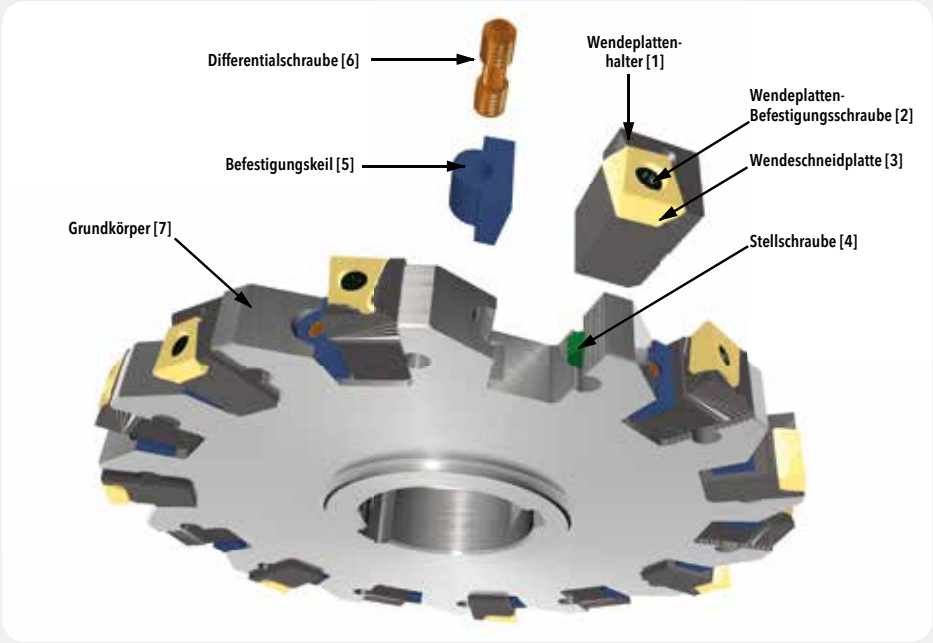


Nr.	Bauteil	Bezeichnung
1	L-Nest	PAR0615
2	Senkschraube	SM40-120-20
3	Wendeplatte	NNE324... oder NJE324... oder YNE324... oder NCE325...
4	Stellschraube	SC05-14

Flexibler Bereich

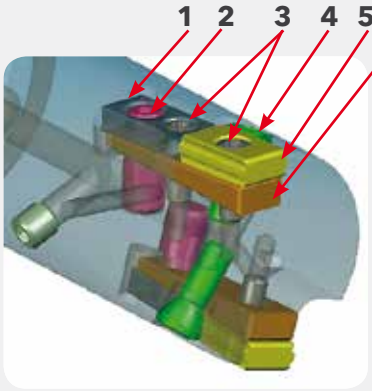
1. Werkzeug reinigen.
2. Die Stellschraube (4) zunächst lösen, um das L-Nest zu entspannen. Stellschraube (4) danach nur soweit drehen, bis Kontakt mit L-Nest hergestellt wird (noch keine Verstellung).
3. Werkzeug mit Schneiden (3) bestücken und Senkschrauben (2) je leicht anziehen, ca. 1 Nm.
4. Höchsten Plattensitz suchen und diesen mit Stellschraube (4) um 0,02 mm axial vorstellen.
5. Senkschraube nun mit 4,5 Nm anziehen, die Wendeplatte dabei in Wendeplatten-Anlage drücken.
6. Die restlichen Wendeschneidplatten nach gleichem Schema axial einstellen, bis ein Planlauf von 3 - 4 µm erreicht wird.
7. Zur Endkontrolle erneut Rund- und Planlauf kontrollieren, Werkzeugdurchmesser und Bauhöhe prüfen, ggf. korrigieren.

SOMAX™ Einstellbarer Scheibenfräser 4SJ6…



1. *Stellschraube [4] leicht gefettet in Grundkörper [7] montieren.*
2. *Differentialschraube [6] leicht gefettet in Befestigungskeil [5] einschrauben, bis ca. 1 mm Überstand zur Keiloberfläche erreicht ist.*
3. *Wendeplattenhalter [1] so im Grundkörper [7] montieren, dass sich die Stellschraube [4] in der Ringnut der Rückenanlage des Halters positioniert.*
4. *Wendeplattenhalter [1] mit Finger fixieren und Befestigungskeil [5] mittels Differentialschraube [6] in der dafür vorgesehenen Führung im Grundkörper [7] positionieren und locker spielfrei montieren.*
5. *Schritt 1 - 4 für gegenüberliegenden Halter wiederholen und dann über Kreuz fortfahren, bis sämtliche Haltersitze mit Wendeplattenhalter bestückt sind.*
6. *Bauhöhen-Einstellung und Schnittbreiten-Justierung erfolgen dann über die in den Wendeplattenhalter [1] eingeschraubte Wendeplatte [3] mittels Stellschraube [4] und entsprechendem Messtisch mit Messuhr, gemäß den im Katalog vorgegebenen Parametern und Schnittbreitenbereichen. Ein Rund- und Planlaufprüfgerät oder ein entsprechender Profilprojektor erleichtern die Einstellarbeit.*
7. *Nach Erreichen der gewünschten Schneidenposition, Differentialschraube [6] mittels Drehmomentschlüssel mit ca. 4,5 Nm anziehen.*
8. *Schritt 6 - 7 für alle übrigen Halter wiederholen, bis das Werkzeug die gewünschte Schnittbreite und einen Planlauf von ca. 0,02 - 0,03 mm aufweist.*

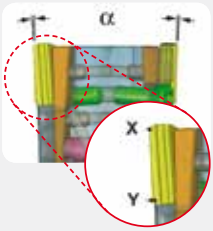
Werkzeuge mit einstellbaren Duo-Schlicht-Plattensitzen bieten, neben der Durchmessereinstellung, auch die Möglichkeit, die Lage der Nebenschneide zur Bohrungswandung einzustellen. Auf diese Weise kann die Nebenschneidenstellung der Wendeplatte (5) dem benötigten Umdrehungsvorschub f_u angepasst werden.



Nr.	Bauteil	Bezeichnung
1	Anlageklotz	PA-5039
2	Exzenterstift	PN080-01
3	Senkschraube	SM40-130-00
4	Stellschraube	SC050-14
5	Wendeplatte	YCE323-107/108
6	Stellkeil	GZ-5022

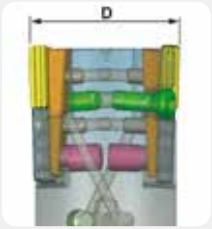
HINWEIS:
Das Einstellen der Nebenschneide wird von einer nachfolgenden Ø-Einstellung **nicht** beeinflusst!

EINSTELLUNG DER NEBENSCHNEIDE:



1. *Werkzeug reinigen, auf optischem Voreinstellgerät montieren und die Spindel arretieren.*
2. *Wendeplattensenkschraube* **(3)** *ca. 1/2- bis 3/4-Umdrehung lösen.*
3. *Mit der Stellschraube* **(4)** *kann die Durchmesserlage von Punkt* **Y** *relativ zu* **X** *eingestellt werden:*
   - *Drehung der Stellschraube* **(4)** *im Uhrzeigersinn* **Y** *wächst im Durchmesser relativ zu* **X**
   - *Drehung der Stellschraube* **(4)** *gegen Uhrzeigersinn* **Y** *wird im Durchmesser kleiner relativ zu* **X**
4. *Wendeplatte* **(5)** *in Anlagerichtung drücken und Senkschraube* **(3)** *mit 4,5 Nm anziehen.*
5. *Lage* **X** *zu* **Y** *kontrollieren, ggf. korrigieren.*

DURCHMESSEREINSTELLUNG:

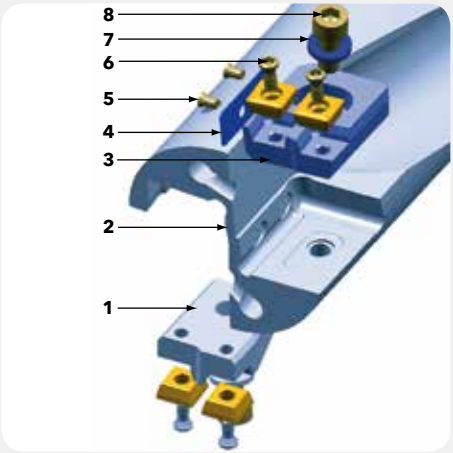


1. *Werkzeug reinigen, auf optischem Voreinstellgerät montieren und die Spindel arretieren.*
2. *Senkschrauben (3) für Wendeplatte (5) und Anlageklotz (1) ca. 1/2- bis 3/4-Umdrehung lösen.*
3. *Wendeplatte (5) mittels Exzenterstift (2) zur ersten Durchmesser-Einstellung justieren, dabei sollte ein ca. 0,01 mm kleineres Maß als der Soll-Durchmesser gewählt werden.*
4. *Senkschrauben (3) für Wendeplatte (5) und Anlageklotz (1) mit 4,5 Nm Drehmoment anziehen.*
5. *Vorgang 2) bis 4) zur Feinjustage wiederholen. Es wird empfohlen nach dem Lösen der Senkschrauben den IST-Durchmesser messtechnisch festzuhalten, und danach, im gelösten Zustand, den Differenzbetrag von der vorherigen Messung zum Soll-Durchmesser nachzustellen.*
6. *Durchmesser und Rundlauf abschließend überprüfen und ggf. korrigieren.*

QUADDRILL+™ WSP-KASSETTENBOHRER

Jeder Wendeschneidplatten-Kassettenvollbohrer deckt einen bestimmten Durchmesserbereich ab. Dieser kann durch das Hinzufügen und Austauschen von Abstimmplatten **[4]** verändert werden.

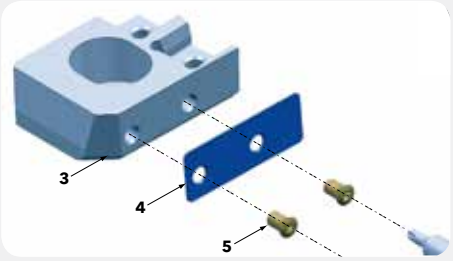
Diese Option ermöglicht es, dass mit einem Grundkörper **[2]** mehrere Durchmesser gebohrt werden können. Durch Verändern der Abstimmplattenstärke kann die Durchmessergenauigkeit noch verbessert werden.



Nr	Bauteil	Nr	Bauteil
1	Zentrumskassetten	5	Klemmschraube Abstimmplatte
2	Grundkörper	6	Spannschraube
3	Umfangskassetten	7	Unterlegscheibe
4	Abstimmplatte	8	Klemmschraube Kassette

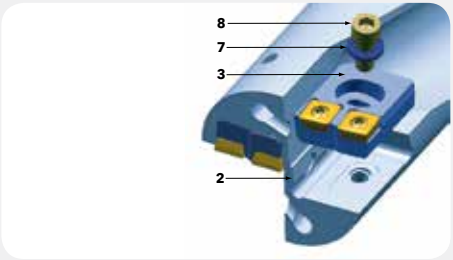
Montage der Abstimmplatte

- Richtige Abstimmplatte **[4]** ausmessen: 0,5 mm Plattenstärke = 1 mm größerer Durchmesser
  Hinweis: Kleinstmöglicher Bohrdurchmesser wird ohne Abstimmplatte erreicht!
- Abstimmplatte **[4]** richtig herum mit Klemmschrauben **[5]** an Umfangskassette **[3]** anschrauben. Lochbild beachten!
  Achtung: Abstimmplatte darf nach Montage nicht überstehen!



Montage der Kassetten

1. Kassettensitz und Kassetten **[3]** reinigen.
2. Kassette **[3]** in den Kassettensitz legen und an die Anlage drücken.
3. Kassettenklemmschraube **[8]** durch Unterlegscheibe **[7]** stecken, danach durch das Durchgangsloch der Kassette **[3]** in das Gewinde des Grundkörpers **[2]** ansetzen.
4. Kassettenklemmschraube **[8]** entsprechend anziehen.



NOTIZEN

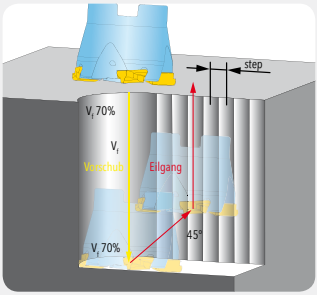
Warum PunchIn:

- *Erhebliche Reduzierung der Schruppzeiten*
- *Verkürzt die Durchlaufzeit der Werkstücke*
- *Sehr hohes Zerspanungsvolumen*
- *Weicher Schnitt*
- *Besonders geeignet für tiefe Konturen*
- *Effektiver Einsatz ab 2,5xD*
- *Hauptsächlich Axialkräfte, geringe radiale Abdrängung*

Tauchfräsen

Tipps:

- *Vorschub sollte beim Eintauchen und bei der Grundberührung bei einer Länge von ca. 3 mm auf 70–80 % reduziert werden*
- *Bei der VA-Bearbeitung darf der Vorschub beim Eintauchen nicht reduziert werden*
- *Zu empfehlen ist ein Freifahren von der Kontur bevor man auf die Sicherheitsebene zurückzieht, je nach Werkstück und Durchmesser zwischen 0,3–1 mm.*



Beispiele der zum Tauchen geeigneten Werkzeuge

Einstellbarer Schlichtfräser 5V2D...R00

Definierte „rasterbare Einstellung"!
Verstellbereich: **+/- 0,5 mm**
(nach Voreinstellung ab Werk)

Befestigungsschraube mit 3 Nm anziehen!
Zur Einstellung einen Torx6 oder Torx6Plus verwenden!

Einstellanweisung:

Einstellschraube (1)
Verstellung axial 5 µm
pro Raster in der Höhe

Befestigungsschraube (2)
DIN912 M4 x 12

Einstellschraube (3)
Verstellung radial 5 µm
pro Raster im Durchmesser

Kassette:
7050739 65D133R00

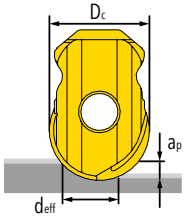
Einstellung im Durchmesser:

1. Am Werkzeugvoreinstellgerät den Durchmesser prüfen (z.B. Ø 66,02 mm).
2. Befestigungsschraube (2) der Kassette um 2 Umdrehungen lösen. Einstellschraube (3) mit 4 spürbaren Rasterungen verstellen. Befestigungsschraube (2) mit dem Drehmomentschlüssel wieder anziehen (Verstellung im Durchmesser von 4 x 0,005 mm = 0,02 mm).

Einstellung axial:

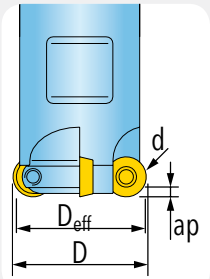
1. Am Werkzeugvoreinstellgerät das Längenmaß prüfen (z.B. 135,03 mm)
2. Befestigungsschraube (2) der Kassette um 2 Umdrehungen lösen. Einstellschraube (1) mit 6 spürbaren Rasterungen verstellen. Befestigungsschraube (2) mit dem Drehmomentschlüssel wieder anziehen (Verstellung axial von 6 x 0,005 mm = 0,03 mm).

Ermittlung des effektiven Durchmessers



Einfluss der Werkzeuggeometrie auf die effektive Schnittgeschwindigkeit

$$d_{eff.}=2\bullet\sqrt{a_p\bullet(D_c\bullet a_p)}$$



15B1E030043X8R00
RHHW0802MOTN IN2006

- *Wkz Ø mm: 30*
- *WSP Ø mm: 8*
- *ap mm: 0,4*

eff. Wkz Ø mm: ca 25,5

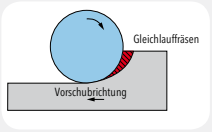
$$d_{eff}=2\bullet\sqrt{a_p\bullet(d\text{-}a_p)+(D\text{-}d)}$$

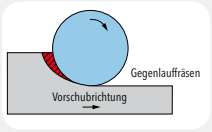
Allgemeine Formeln

Größe	Einheit	Formel
Drehzahl	min^{-1}	$n = \frac{v_c \bullet 1000}{D \cdot \pi}$
Schnittgeschwindigkeit	m/min	$v_c = \frac{D \bullet \pi \bullet n}{1000}$
Vorschubgeschwindigkeit	mm/min	$v_f = f_z \bullet Z_{eff} \bullet n$
Vorschub pro Zahn	mm	$f_z = \frac{v_f}{Z_{eff} \bullet n}$
Mittlere Spanungsdicke	mm	$h_m = f_z \bullet \sqrt{a_e / D}$
Hauptnutzungszeit	min	$t_h = \frac{L \bullet i}{V_f}$

Weichbearbeitung

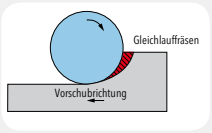
Gleichlauffräsen bevorzugen!





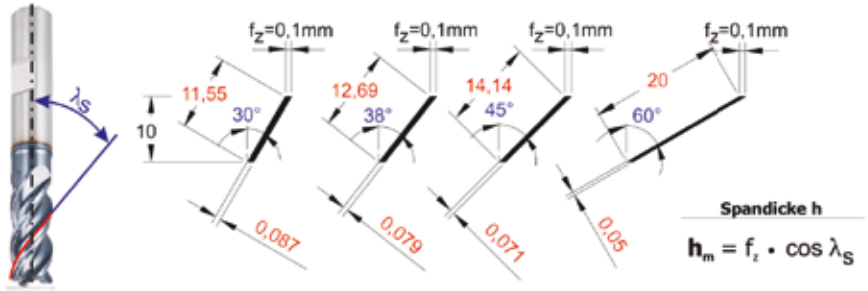
Hartbearbeitung > 50 HRC

Gleichlauffräsen bevorzugen!



Spanungsdicke h

Mit zunehmendem Drallwinkel wird die Spandicke kleiner!



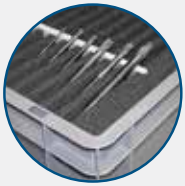
Legende			
v_c = Schnittgeschwindigkeit	f_z = Vorschub pro Zahn	Q = Zeitspanvolumen	L = Bearbeitungslänge
D = Werkzeugdurchmesser	v_f = Vorschubgeschwindigkeit	a_e = seitliche Eingriffsbreite	i = Anzahl der Schnitte
n = Drehzahl	z = Anzahl eff. Schneiden	a_p = Schnitttiefe	hm = mittlere Spandicke
π = Pi (3,1415…)	h = Spanungsdicke	t_h = Hauptnutzungszeit	E% = Eingriffsverhältnis
λs = Lambda (Drallwinkel)			

PLENDUR

Ingersoll Service – **Wir schleifen Ihre Werkzeuge!**

Tempo, Präzision und Flexibilität – wer auf dem internationalen Markt punkten möchte, braucht diese wichtigen Attribute. Mit Ingersoll Vollhartmetall-Werkzeugen für den Werkzeug- und Formenbau sind Ihnen die Treffer sicher. Für nachhaltigen Marktvorsprung durch Effizienz in der zerspanenden Bearbeitung.

Falls noch nicht vorhanden, bestellen Sie Ihre Nachschleifbox bei Ingersoll.
T: +49 (0)2773 / 742-300
F: +49 (0)2773 / 742-281
E: nachschleifservice@ingersoll-imc.de

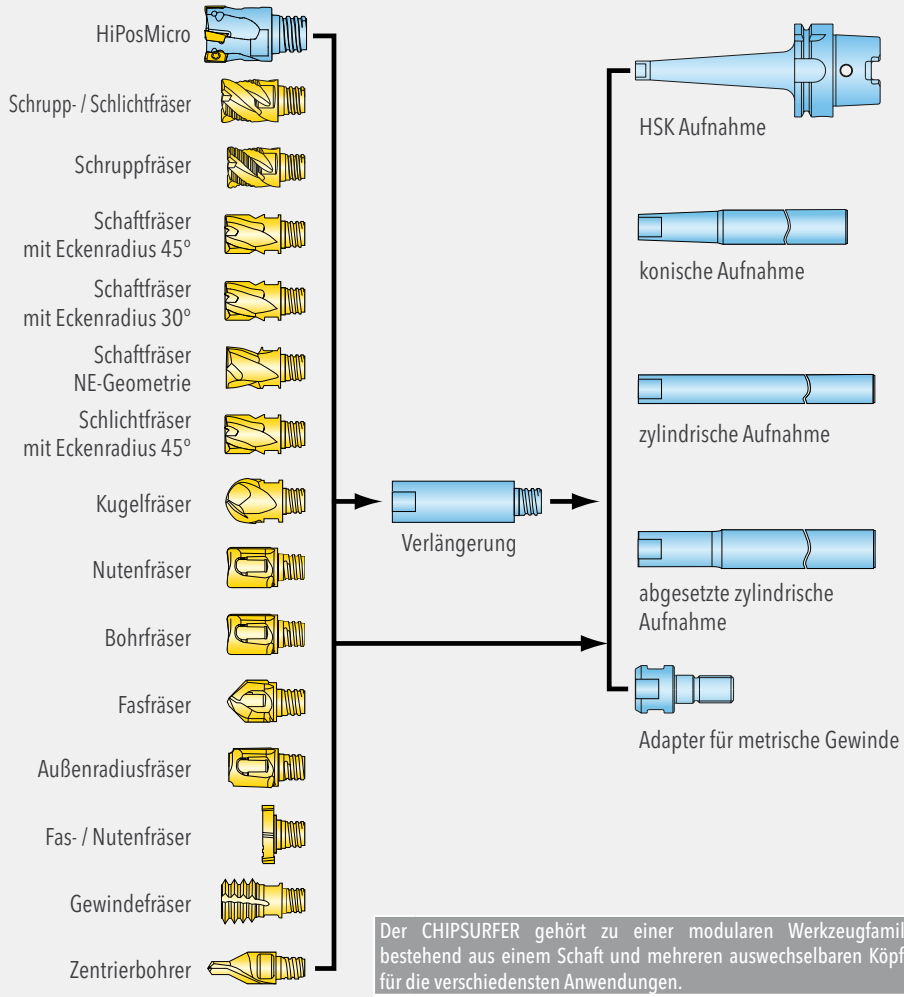


Bitte melden Sie die Verpackungsdaten ***(Anzahl der Boxen, Bruttogewicht)*** an den oben genannten Kontakt. Die Abholung und Logistik Ihrer Werkzeuge wird durch Ingersoll Werkzeuge GmbH koordiniert.

Mindestauftragsmenge: 10 Stück

Begutachtung und Nacharbeit der VHM-Fräser und ChipSurfer.
Variante A: Nicht nachschleifbare Werkzeuge werden markiert und gehen unbearbeitet zurück.
Variante B: Nachschleifen, Verrunden und Beschichten der Werkzeuge nach Preisliste.
Alle Werkzeuge (Ingersoll und Fremdprodukte) erhalten die bestmögliche oder Orginal-Beschichtung sowie Schneidkantenverrundung.
Bei Fremdprodukten ist die Angabe des Anwendungsfalles (Material und Härte) mit anzugeben, ansonsten bekommen die Fräser unsere Standardbeschichtung und Schneidkantenausführung. Besonderheiten sind bitte im Feld „Bemerkungen" einzutragen.

Nach maximal 14 Tagen erhalten Sie Ihre Werkzeuge versandfrei zurück.
Auf Wunsch erhalten Sie ein Messprotokoll der nachgeschliffenen Werkzeuge.



Fräser-Ø	Einschraub-gewinde	Nm
6,4 / 8	T05	7
9,5	T06	10
12,7	T08	15
15,9	T10	28
19	T12	28
25,4	T15	28

Der CHIPSURFER gehört zu einer modularen Werkzeugfamilie, bestehend aus einem Schaft und mehreren auswechselbaren Köpfen für die verschiedensten Anwendungen.
Vor- und Fertigfräsen von 2D- und 3D-Konturen.
Fräsen von Schultern mit enggezahnten 90° Fräsköpfen.
Spezielle Nutfräsköpfe für Stahl und Aluminium.
Sondergeometrien durch neue Sintertechnologie möglich.
Steife Schraubverbindungen für vibrationsfreies Fräsen und höhere Vorschübe.
Unterschiedliche Werkzeugschäfte für optimale Konturanpassung.
Bei dem Wechsel der Köpfe ist auf den Anzug zu achten.
Planfläche des Kopfes und des Halters müssen plan sitzen.
Vor Anzug bitte auf Sauberkeit prüfen.
Vorteile
Blitzschnelles Austauschen der Fräsköpfe an der Maschine.
Hohe Wiederhol- und Rundlaufgenauigkeit.

MONTAGE DES CHIPSURFER

- *Schritt 1:* *Schrauben Sie den ChipSurfer handfest ein (Abb. 1),*
  bis Sie einen Luftspalt in der Verbindungslücke sehen (Abb. 2)
- *Schritt 2:* *Drehen Sie den ChipSurfer mit einer 1/4-Drehung fest (Abb. 3)*
- *Schritt 3:* *Prüfen Sie mit der Fühlerlehre den korrekten Sitz des ChipSurfers.*
  Die Fühlerlehre darf nicht zwischen den Halter und den ChipSurfer passen (Abb. 4)
  Sollte sie dazwischen passen, ziehen Sie den ChipSurfer erneut fest,
  bis die Fühlerlehre nicht mehr in die Lücke passt (Abb. 5)

Hinweis: *Sie können einen voreingestellten Drehmomentschlüssel (DT-…-Serie) erwerben*

Abb. 1:
per Hand festdrehen

Abb. 2:
Luftspalt in der Verbindungslücke

Abb. 3:
In der Aufnahme anziehen

Abb. 4:
Fühlerlehre darf NICHT in
Verbindungslücke passen

Abb. 5:
korrekter Sitz

Geometrievergleich zwischen Gewindefräser und Gewindebohrer

- *Gewindefräser haben keine fortlaufende Steigung (Spirale)*
- *Profilzähne sind hintereinander angeordnet*
- *Steigung wird über Kombination Werkzeug – Maschine hergestellt*

Vorteile von Gewindefräsern:

- *exakte Gewindetiefe*
- *kein Gewindeauslauf*
- *geringer Schnittdruck, schwerzerspanbare Werkstückstoffe, Prozessstabilität*
- *umschaltende Werkzeugspindel entfällt*
- *dünnwandige Bauteile herstellbar*

Prozesssicherheit:

- *Geradheit der Gewinde garantiert*
- *keine Späneprobleme*
- *kein herauserodieren von gebrochenen Werkzeugen notwendig*

Reduzierung der Nebenzeiten:

Ein Werkzeug für:

- *verschiedene Gewindedurchmesser bei gleicher Steigung*
- *Sackloch- und Durchgangsbohrung*
- *Rechts- und Linksgewinde*
- *verschiedene Gewindetoleranzen (6G, 6H, …)*

Berechnung des richtigen Gewindefräserdurchmessers:

1. Überprüfung der max. zulässigen Profilverzerrung:

$$\Delta L = \frac{P^2 \bullet r}{8 \bullet \pi^2 \bullet C \bullet (R-r) \bullet R}$$

2. Festlegung des max. möglichen Werkzeugdurchmessers D_c:

$$D_c = 2 \bullet \left[\frac{\Delta L \bullet 8 \bullet \pi^2 \bullet C \bullet R^2}{\Delta L \bullet 8 \bullet \pi^2 \bullet C \bullet R \bullet P^2} \right]$$

3. Festlegung des minimalen Kernlochdurchmessers D_2 anhand des vorgegebenen Werkzeugdurchmessers:

$$D_2 = 2 \bullet \left[\frac{r}{2} + \frac{r^2}{4} + \frac{P^2 \bullet r}{8 \bullet \pi^2 \bullet C \bullet \Delta L} \right]$$

max. zul. Profilverzerrung	ΔL	=max. 0,02mm
Werkzeugdurchmesser	D_c	
Flankenwinkel	φ	
tan φ = C	C	
Steigung	P	
Kernlochdurchmesser	D_2	
$0{,}2 \bullet D_2$	R	
Profilhöhe	h	
$0{,}2 \bullet D_2 \bullet h$	r	

Member IMC Group Ingersoll Cutting Tools

Abschätzung

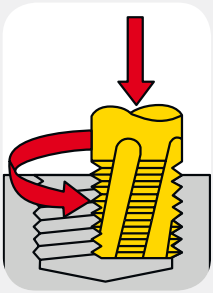
Beim Regelgewinde gilt als Anhaltswert des Gewindefräserdurchmessers max. 2/3 vom Bohrungsdurchmesser.

Beispiel: M20 Innengewinde
20 mm x 0,66 = 13,2 mm (Ø14 mm Gewindefräser)

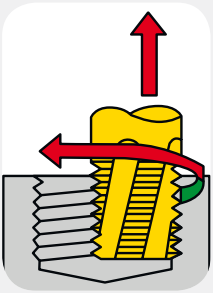
Beim Feingewinde muss der Faktor 0,75 als Anhaltswert angenommen werden.
Beispiel: M20x1,5 Innengewinde
20 mm x 0,75 = 15 mm (Ø15 mm Gewindefräser)

Gewindeherstellung mit einem Werkzeug

Linksgewinde

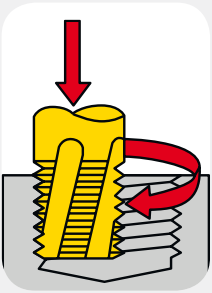


von oben nach unten im Gleichlauf

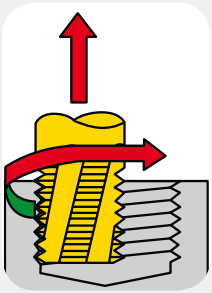


von unten nach oben im Gegenlauf

Rechtsgewinde



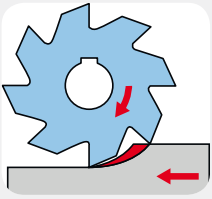
von oben nach unten im Gegenlauf



von unten nach oben im Gleichlauf

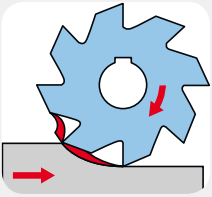
Vorteile Gleichlauffräsen:

- *Gewindefräser gleich im Schnitt*
- *Schonung der Schneide gegen Ausbrüche und Freiflächenverschleiß*



Vorteile Gegenlauffräsen:

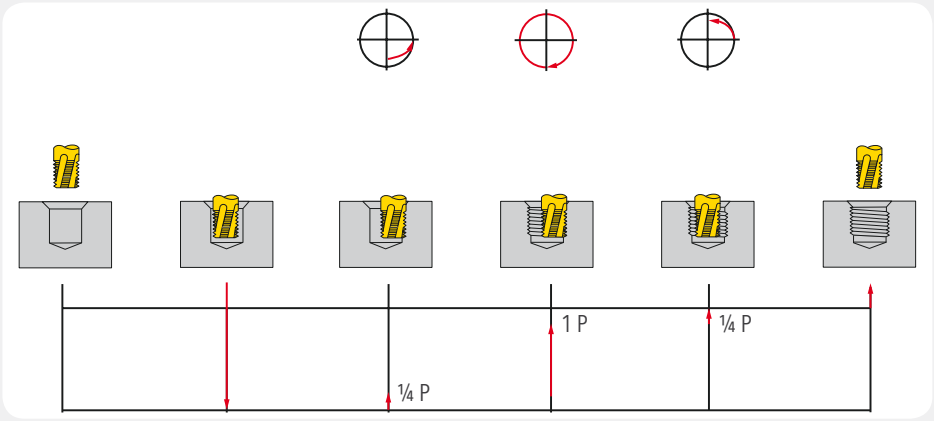
- *bei filigranen Bauteilen*
- *wenn Gewinde beim Gleichlauffräsen konisch wird*
- *bei kleinen Gewindefräser-Durchmessern*



GEWINDEFRÄSVORGÄNGE

Innengewinde

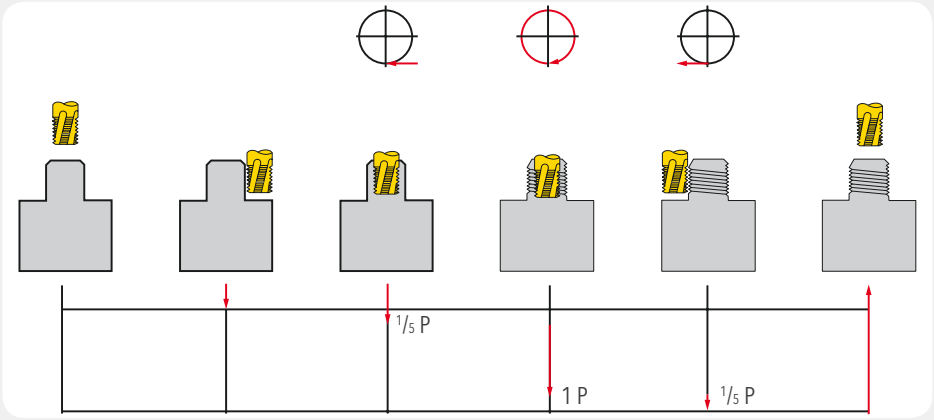
Positionieren | Eintauchen auf Gewindetiefe | Einfahrradius zum Gewindefräsen | Gewindefräsen | Ausfahrradius | Rückzug auf Positionierebene



Anmerkung: konisches Innengewinde wird wie oben gezeigt hergestellt, es wird nur die Bohrung konisch vorbearbeitet.

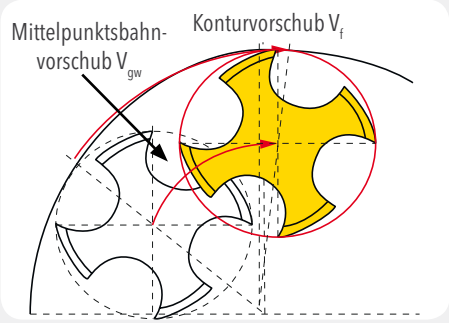
Außengewinde

Positionieren | Eintauchen auf Gewindetiefe | Anfahren zum Gewindefräsen | Gewindefräsen | Wegfahren | Rückzug auf Positionierebene



Korrigierter Werkzeugvorschub

Beim Gewindefräsen ist darauf zu achten, mit welchem Bahnvorschub gerechnet wird. Wie beim Bohrzirkularfräsen wird zwischen Konturbahn oder Mittelpunktsbahn unterschieden. Dies hängt von der Maschine bzw. deren Steuerung ab.



D	Gewindedurchmesser [mm]
d	Fräserdurchmesser [mm]
V_f	Vorschubgeschwindigkeit [mm]
V_{an}	Mittelpunktsbahnvorschub bei Anfahrt [mm/min]
V_{gw}	Mittelpunktsbahnvorschub [mm/min]

Mittelpunktsbahnberechnung V_{gw}:

$$V_{gw} = \frac{Vf(D-d)}{D}$$

Mittelpunktsbahnberechnung beim Einfahren V_{an}:

$$V_{gw} = \frac{Vf(D-d)}{D+d}$$

Weitere wichtige Formeln

Größe	Einheit	Formel
Drehzahl	min^{-1}	$n = \frac{v_c \bullet 1000}{D \cdot \pi}$
Schnittgeschwindigkeit	m/min	$v_c = \frac{D \bullet \pi \bullet n}{1000}$
Vorschubgeschwindigkeit	mm/min	$v_f = f_z \bullet Z_{eff} \bullet n$
Vorschub pro Zahn	mm	$f_z = \frac{v_f}{Z_{eff} \bullet n}$
Mittlere Spanungsdicke	mm	$h_m = f_z \bullet \sqrt{a_e/D}$
Hauptnutzungszeit	min	$t_h = \frac{L \bullet i}{V_f}$

Axiale und radiale Zustellungen während des Gewindefräsvorganges

Grundsätzlich sollte der Gewindefräsvorgang in einer Zustellung gefertigt werden (Produktivität). Bestimmte Parameter verlangen aber einen Gewindefräsvorgang mit mehreren Durchläufen.

Mehrere radiale Zustellungen bei:
- *hoher Auskragung des Werkzeuges (radiale Abdrängung)*
- *konischem Gewinde*
- *dünnwandigen Bauteilen*
- *gehärteten Werkstoffen*
- *schwer zerspanbaren Werkstoffen (Austenit, Inconel, Titan)*

Mehrere axiale Zustellungen bei:
- *langen Gewinden (Gewindetiefe höher als Schneidkantenlänge)*
- *zu großem Schnittdruck*

Richtige Werkzeugspannung

Da die Zähne eines Gewindefräsers sehr filigran und empfindlich sind, ist bei der Gewindeherstellung unbedingt auf guten Rundlauf des Gewindefräsers zu achten.

Geeignete Spannmittel sind:

- *Schrumpfen*
- *Hydro-Dehnfutter*
- *Spannzangenfutter (Spannzangen mit besserem Rundlauf (5µm) verwenden)*

Der Rundlauf sollte sich im Bereich von 3 – 8 µm befinden, um eine gute Standzeit zu erreichen.

Die wichtigsten Fehlerbeschreibungen und deren Abhilfe

Fehler		Ursache	Abhilfe
Werkzeugbruch		Vorschub zu hoch Stabilität der Maschine Spänestau Einschlüsse im Bauteil hoher Werkzeugverschleiß	Vorschub reduzieren Schnittgeschwindigkeit reduzieren Strategieänderung Vorschub anpassen früher Werkzeugwechsel
Vibrationen		Schnittgeschwindigkeit zu hoch Vorschub zu gering Stabilität der Maschine Auskragung zu groß (Gewindetiefe)	Schnittgeschwindigkeit anpassen Vorschub erhöhen Schnittdaten anpassen Schnittgeschwindigkeit reduzieren
schlechte Oberfläche		Schnittgeschwindigkeit zu hoch/gering Vorschub zu hoch/gering Schmierung falsch gewählt oder nicht vorhanden	Schnittwerte anpassen Vorschub anpassen neu berechnen
Freiflächenverschleiß		Schnittgeschwindigkeit zu hoch Vorschub zu gering Rundlauffehler Schmierung falsch gewählt oder nicht vorhanden	Schnittgeschwindigkeit reduzieren Vorschub erhöhen Rundlauf prüfen geeigneter Kühlschmierstoff
Schneidkantenbruch		Vorschub zu hoch Stabilität der Maschine Spänestau	Vorschub reduzieren Schnittdaten anpassen Kühlung bzw. Werkzeugtyp prüfen
konisches Gewinde		Vorschub zu hoch Strategiefehler Stabilität der Werkzeugspannung Werkzeug zu schwach	Vorschub reduzieren Strategie überprüfen geeignetes Spannmittel stabilstes Werkzeug wählen

NOTIZEN

Anwendung:

- *Mittlere bis große Bohrungsdurchmesser*
- *Für kurze Bohrtiefen bis 5xD*
- *Bei mittlerer Toleranzanforderung*
- *Relativ flacher Bohrungsgrund*
- *Hohes Zeitspanvolumen*
- *Einfache Anpassung des Schneidstoffes*
- *Aufbohranwendung*

Durchmesserbereich:

QuadDrillPlus Wendeschneidplatten Vollbohrer:
- *Durchmesserbereich 2xD: Ø 13–50 mm*
- *Durchmesserbereich 2,5xD: Ø 51–80 mm*
- *Durchmesserbereich 3xD: Ø 12,5–60 mm*
- *Durchmesserbereich 3,5xD: Ø 51–80 mm*
- *Durchmesserbereich 4xD: Ø 13–50 mm*
- *Durchmesserbereich 5xD: Ø 13–41 mm*

QuadDrillPlus Senkfräser:
- *Durchmesserbereich Weldon-Version: Ø 10–48 mm*
- *Durchmesserbereich Einschraub-Version: Ø 15–48 mm*

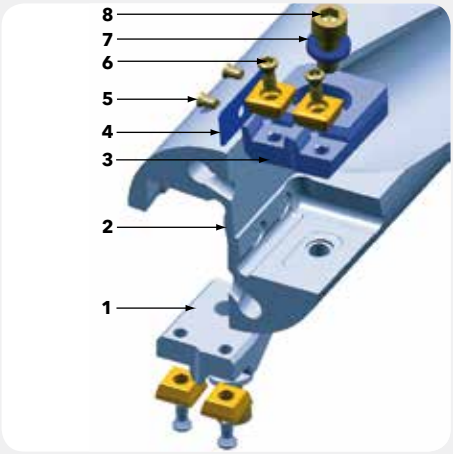
QuadDrillPlus Bohr-Senkfräser:
- *Durchmesserbereich Weldon-Version: Ø 16–40 mm*

Mögliche Durchmesser durch radiale Verstellung der Bohrer					
2xD / 3xD / 4xD			2xD / 3xD / 4xD		
Bohrer-Ø	max. rad. Verstellung	max. Bohr-Ø	Bohrer-Ø	max. rad. Verstellung	max. Bohr-Ø
13	+0,5	~14,0	32	+0,25	~32,5
14	+0,5	~15,0	33	+0,25	~33,5
15	+0,5	~16,0	34	+0,5	~35,0
16	+0,5	~17,0	35	+0,5	~36,0
17	+0,5	~18,0	36	+0,5	~37,0
18	+0,5	~19,0	37	+0,5	~38,0
19	+0,5	~20,0	38	+0,5	~39,0
20	+0,5	~21,0	39	+0,5	~40,0
21	+0,25	~21,5	40	+0,25	~40,5
22	+0,5	~23,0	41	+0,25	~41,5
23	+0,5	~24,0	42	+0,5	~43,0
24	+0,5	~25,0	43	+0,5	~44,0
25	+0,5	~26,0	44	+0,5	~45,0
26	+0,25	~26,5	45	+0,5	~46,0
27	+0,25	~27,5	46	+0,5	~47,0
28	+0,5	~29,0	47	+0,5	~48,0
29	+0,5	~30,0	48	+0,25	~48,5
30	+0,5	~31,0	49	+0,25	~49,5
31	+0,25	~31,5	50	+0,25	~50,5

Wählen Sie den Bohrer so kurz wie möglich, für beste Leistung und höchste Produktivität.

Jeder Wendeschneidplatten-Kassettenvollbohrer deckt einen bestimmten Durchmesserbereich ab. Dieser kann durch das Hinzufügen und Austauschen von Abstimmplatten **[4]** verändert werden.

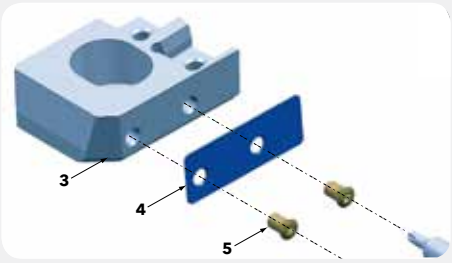
Diese Option ermöglicht es, dass mit einem Grundkörper **[2]** mehrere Durchmesser gebohrt werden können. Durch Verändern der Abstimmplattenstärke kann die Durchmessergenauigkeit noch verbessert werden.



Nr	Bauteil	Nr	Bauteil
1	Zentrumskassetten	5	Klemmschraube Abstimmplatte
2	Grundkörper	6	Spannschraube
3	Umfangskassetten	7	Unterlegscheibe
4	Abstimmplatte	8	Klemmschraube Kassette

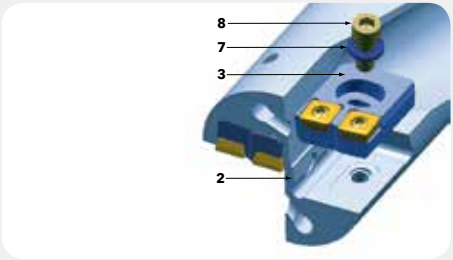
Montage der Abstimmplatte

- Richtige Abstimmplatte **[4]** ausmessen: 0,5 mm Plattenstärke = 1 mm größerer Durchmesser
  Hinweis: Kleinstmöglicher Bohrdurchmesser wird ohne Abstimmplatte erreicht!
- Abstimmplatte **[4]** richtig herum mit Klemmschrauben **[5]** an Umfangskassette **[3]** anschrauben. Lochbild beachten!
  Achtung: Abstimmplatte darf nach Montage nicht überstehen!



Montage der Kassetten

1. Kassettensitz und Kassetten **[3]** reinigen.
2. Kassette **[3]** in den Kassettensitz legen und an die Anlage drücken.
3. Kassettenklemmschraube **[8]** durch Unterlegscheibe **[7]** stecken, danach durch das Durchgangsloch der Kassette **[3]** in das Gewinde des Grundkörpers **[2]** ansetzen.
4. Kassettenklemmschraube **[8]** entsprechend anziehen.



Der QuadTwist-Bohrer verwendet eine 4-schneidige Wendeschneidplatte, die sowohl als Innen- und Außenschneide eingesetzt werden kann. Hierdurch ergibt sich eine effiziente Lagerhaltung und somit eine Kostenreduzierung.

Zudem ermöglicht das einzigartige Wendeplattendesign eine optimale Spankontrolle und eine Schnittkraftreduzierung. Die effizienten, verdrallten Spankammern und die verdrallte innere Kühlmittelzufuhr ermöglichen nicht nur eine zuverlässige Spanabführung während der Bearbeitung, sondern auch sehr gute Bohrungsoberflächen.

Optimal angeordnete Wendeschneidplatten sorgen für sehr gute Bearbeitungsergebnisse in Kohlenstoff- und legierten Stählen wie auch in schwierig zu zerspanenden Materialien, inklusive Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt und Baustahl.

Die QuadTwist-Produktlinie deckt den Durchmesserbereich von **Ø14,0 bis Ø50,0 mm** in den Längen **2xD, 3xD, 4xD** und **5xD** ab.

Zur Verfügung stehen Werkzeuge:
in 1 mm Abstufungen in den Längen 2xD, 4xD und 5xD
in 0,5 mm Abstufung von Ø14 bis Ø30 in der Länge 3xD.

Anwendungsmerkmale

Die Ingersoll QuadTwist-Bohrserie verwendet eine wirtschaftliche, 4-schneidige Wendeschneidplatte, welche in der Qualität IN2505 bzw. IN2530 als Zentrums- wie auch als Umfangsschneide verwendet werden kann.

IN2530 (PVD)
- *Zähes Hartmetall*
- *Bei unterbrochenen Schnitten und bei Ausbrüchen im Zentrum.*
- *Für mittlere Schnittgeschwindigkeiten*

IN2505 (PVD)
- *Verschleißfestes Feinstkornhartmetall*
- *Erste Wahl für allgemeine Anwendungen*
- *Multi-Layer Beschichtung*
- *Für mittlere bis hohe Schnittgeschwindigkeiten*

IN6505 (CVD) (schwarze Fläche)
- *Hoch verschleißfestes Feinstkornhartmetall*
- *Für die Bearbeitung von Stahl*
- *Nur als Außenschneide einsetzbar*
- *Für hohe Schnittgeschwindigkeiten*

- *Wirtschaftliche, 4-schneidige Wendeschneidplatte*
- *Gleiche Wendeschneidplatte für Zentrums- und Umfangsplattensitz*

- *Verdrallte Kühlmittelzufuhr mit großen Spankammern*
- *Optimale Entspanung durch optimierte Spankammern*

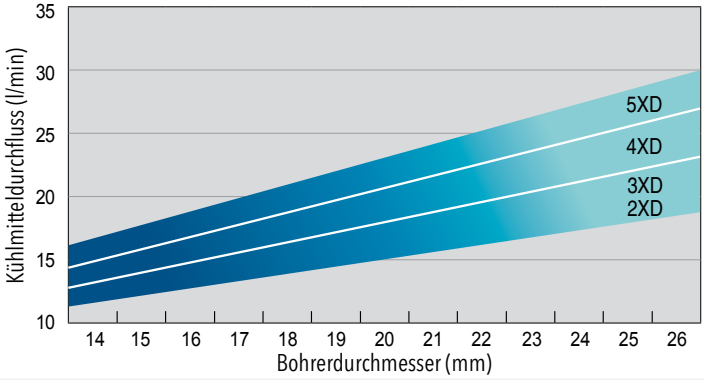
Hinweise:

- Die angegebenen Daten sind Richtwerte, die von Ihrem Anwendungsfall abweichen können.
- Durch die Variation von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub wird die optimale Spanform erzeugt.
- Informationen zu den Anzahlen der Schneiden (Zeff) können dem Katalog entnommen werden.
- Beim Bohreraustritt wird eine Scheibe hergestellt, die bei drehenden Werkstücken weggeschleudert werden kann. **Daher unbedingt Schutzvorkehrungen treffen!**
- Es wird empfohlen, vorab die benötigte Maschinenleistung zu berechnen und mit der tatsächlich zur Verfügung stehenden Antriebsleistung der Maschine abzugleichen.
- Bei Bohrern mit L/D = 5 den unteren Vorschubwert verwenden, ggf. beim Anbohren auf bis zu 50% des unteren Wertes gehen.
- *Für ausreichende innere Kühlmittelzufuhr ist zu sorgen, um eine zuverlässige Entspanung zu gewährleisten.*

Mögliche Durchmesser durch radiale Verstellung der Bohrer					
2xD / 3xD / 4xD			2xD / 3xD / 4xD		
Bohrer-Ø	max. rad. Verstellung	max. Bohr-Ø	Bohrer-Ø	max. rad. Verstellung	max. Bohr-Ø
14	+0,5	15,0	33	+0,5	34,0
15	+0,4	15,8	34	+0,5	35,0
16	+0,3	16,6	35	+0,5	36,0
17	+0,5	18,0	36	+0,4	36,8
18	+0,4	18,8	37	+0,5	38,0
19	+0,3	19,6	38	+0,5	39,0
20	+0,5	21,0	39	+0,5	40,0
21	+0,4	21,8	40	+0,5	41,0
22	+0,3	22,6	41	+0,5	42,0
23	+0,5	24,0	42	+0,5	43,0
24	+0,5	25,0	43	+0,5	44,0
25	+0,4	25,8	44	+0,5	45,0
26	+0,3	26,6	45	+0,5	46,0
27	+0,5	28,0	46	+0,5	47,0
28	+0,5	29,0	47	+0,5	48,0
29	+0,5	30,0	48	+0,5	49,0
30	+0,5	31,0	49	+0,5	50,0
31	+0,3	31,6	50	+0,5	51,0
32	+0,5	33,0			

Anzugsdrehmoment	
Schraube	Drehmoment [Nm]
SM-043-00	0,6
TS22052I/HG-P	0,8
SO25065I	1,1
SM35-088-60	3,2 (3 - 3,4)
SM40-093-20	4,8 (4,5 - 5,2)
SM50-113-20	9,0 (8,0 - 10,0)

SICHERHEITSHINWEIS:
Beim Bohreraustritt aus dem Werkstück fällt eine Scheibe ab. Bei rotierenden Werkstücken besteht dadurch Unfallgefahr!
Bitte entsprechende Sicherheitsmaßnahmen treffen!



WICHTIG: Immer ausreichend Kühlmittel über innere Kühlmittelzufuhr verwenden. Mindestdruck 8 - 10 Bar.

Formeln

Berechnung Maschinen-Nennleistung in Kilowatt (kW)

$$Pa = \frac{Vc \bullet f \bullet D \bullet kc}{1000 \bullet 60 \bullet 4 \bullet \pi}$$

Berechnung Vorschubkraft Ff

$$Ff = 0{,}7 \bullet \frac{D}{2} \bullet f \bullet kc$$

Pa = Maschinenleistung in kW
kc = spezifische Schnittkraft in N/mm²
D = Durchmesser in mm
Vc = Schnittgeschwindigkeit in m/min
η = Maschinenwirkungsgrad 0,7 – 0,8

Allgemeine Information:

Die Ingersoll Gold-Twist Produktlinie ist die nächste Generation des Wechselkopf-Bohrsystems. Die neue Ausführung ist eine Standard-Produktlinie mit einem Durchmesserbereich von Ø 7,0 mm bis Ø 25,9 mm in 0,1 mm Abstufungen und einem verfügbaren Längen/Durchmesser(L/D)-Verhältnis von 1,5xD, 3xD, 5xD und 8xD. Das L/D-Verhältnis von 12xD ist im Durchmesserbereich von Ø 12 mm bis Ø 22,9 mm verfügbar

Produktbeschreibung:

Die präzisen Bohrkörper haben eine verbesserte Schnittstelle mit einem innovativen Klemmsystem, welches auch nach einer vielfachen Anzahl von Kopfwechseln eine zuverlässige Klemmung gewährleistet. Diese Bohrkörper bieten zusätzlich verdrallte Kühlmittelbohrungen, polierte Spankammern und eine PVD-Beschichtung, die für eine leichte Entspanung steht und eine verlängerte Körperstandzeit bietet. Jeder Körper kann einen Durchmesserbereich zw. 0,5 mm – 1 mm, abhängig vom Durchmesser, abdecken.

Die VHM-Wechselköpfe werden in der Qualität IN2505 angeboten, welche eine PVD-Beschichtung in exzellenter Ausführung, eine verbesserte Verschleißfestigkeit und verlängerte Standzeit in einer großen Anzahl von Anwendungen bietet. Zur Verfügung stehen Schneidengeometrien für die allgemeine Stahlbearbeitung (TPA), für die Gussbearbeitung (TKA) und für die Bearbeitung von rostfreien Stahlen (TMA).

Anwendungsmerkmale:

Die Ingersoll Gold-Twist Bohrlinie liefert hervorragende Ergebnisse in Anwendungen mit höheren Schnittgeschwindigkeiten und bietet ein einmaliges, stabiles und schnell zu wechselndes Klemmsystem. Das Ergebnis ist ein Produkt für Ihre Bohranwendung, welches Kosteneffizienz und eine hohe Produktivität verbindet.

Produktmerkmale

- *Die präzisen Bohrkörper besitzen ein innovatives Klemmsystem, welches eine hervorragende Stabilität besitzt und eine zuverlässige Klemmung garantiert.*
- *Das System zeichnet sich durch einfache Handhabung aus.*
- *Die Bohrkörper besitzen verdrallte Kühlmittelbohrungen, polierte Spankammern und eine PVD-Beschichtung, die eine gute Entspanung garantiert sowie längere Körperstandzeiten.*
- *Jeder Bohrkörper deckt einen Durchmesserbereich zwischen 0,5 mm bis 1,0 mm ab, abhängig von seinem Durchmesser.*
- *Die VHM-Wechselköpfe werden in 0,1 mm-Abstufungen in P-, M- und K-Geometrien in der Qualität IN2505 angeboten, die eine PVD-Beschichtung in exzellenter Ausführung ist. Sie steht für hohe Verschleißfestigkeit und längere Standzeiten bei vielen Anwendungen.*

Technische Information

Innovatives Schnellwechsel-System
Qualität IN2505 für lange Standzeiten
Polierte Spankammern für optimale Spanabfuhr
PVD-beschichteter Körper für hohe Lebensdauer
Verdrallte Kühlmittelbohrungen
Ein Bohrkörper deckt einen Durchmesserbereich zwischen 0,5 bis 1 mm ab, abhängig von seinem Durchmesser

Anwendungsbereiche Bohrköpfe

Bohrkopf:	TPAxxxxR01	TMAxxxxR01	TKAxxxxR01	TPFxxxxR01
Geometrie für:	allgemeine Stahlbearbeitung	rostfreie Stahlbearbeitung	Gussbearbeitung	ebenen Bohrungsgrund

Vorteile

- *Hoch produktiv*
- *Höchste Wirtschaftlichkeit*
- *Innovatives Bohrkopfklemmsystem*
- *Verdrallte und polierte Spankammern*
- *Verdrallte Kühlmittelbohrungen*
- *Exzellente Entspanung*

Hinweise & Tipps:

- Beim Bohreraustritt wird eine Scheibe hergestellt, die bei drehenden Werkstücken weggeschleudert werden kann. **Bitte unbedingt Schutzvorkehrungen treffen!**
- Bei Durchgangsbohrungen ist darauf zu achten, dass beim Austritt des Bohrers der Bohrkopf geführt bleibt.
- Bei Bohrern mit L/D = 8 und 12 den unteren Vorschubwert verwenden, ggf. beim Anbohren auf bis zu 50% des unteren Wertes gehen.
- Bei Bohrern mit L/D = 8 und 12 bei Bedarf eine Pilotbohrung verwenden.

Montage der Bohrköpfe

Ablauf der Bohrkopf-Montage

1. Sitz säubern und ölen.

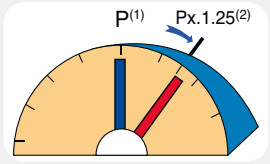
2. Wechselkopf in Sitz montieren.

3. Schlüssel in Nuten am Bohrkopf setzen.

4. Bohrkopf durch drehen im Uhrzeigersinn montieren.

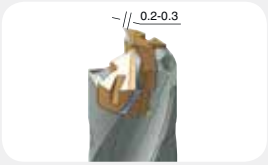
Verschleissarten

Leistungsbegrenzung



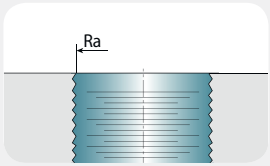
(1) neuer Bohrkopf;
(2) verschlissener Bohrkopf

Verschleißbegrenzung

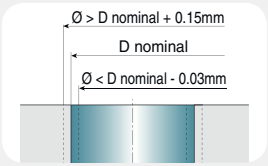


Vibrationen oder Lärm erhöhen sich dramatisch

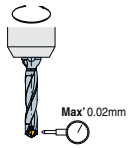
Oberflächenverschlechterung



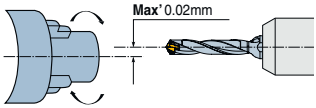
Durchmesserveränderung



Max. Rundlauffehler



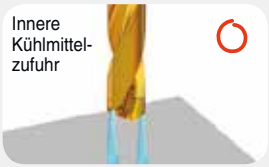
Rundlauf rotierend

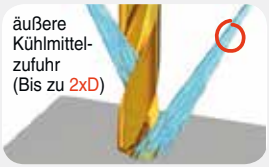


Rundlauf stehend

Kühlmittelempfehlung (Drehmaschinen)

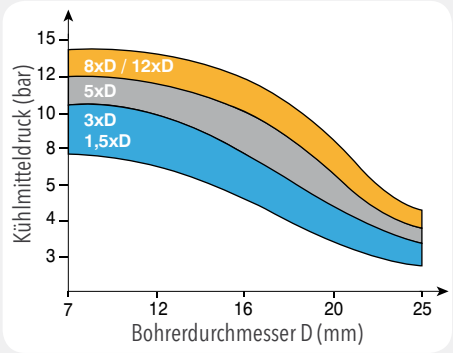
Kühlmittelempfehlung (Bearbeitungszentrum)



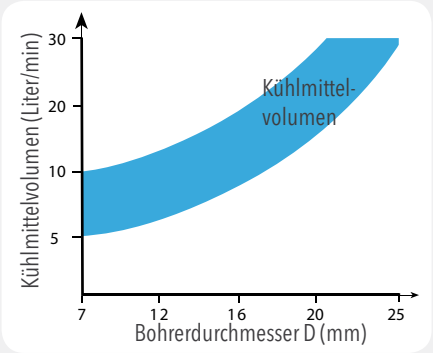


Kühlmittelzuführung

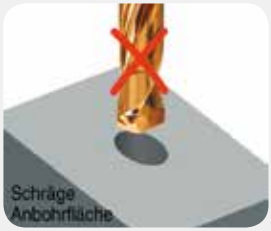
Empfohlener Kühlmitteldruck (bar)



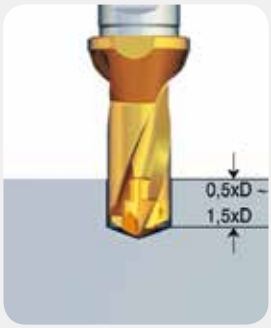
Empfohlenes Kühlmittelvolumen (Liter/min)



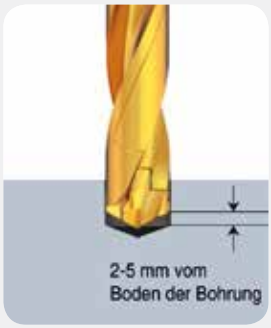
Bohrer Begrenzung



Empfohlene Vorgehensweise bei langen Bohrern wie 8xD und 12xD

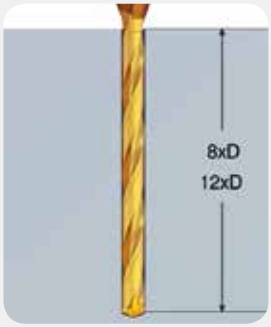


1. Pilotbohrung zwischen 0,5xD und 1,5xD Tiefe zur Führung



2. Niedrige Drehzahl und Vorschub während des Einfahrens in die Pilotbohrung

3. Innere Kühlmittelzufuhr 2-3 Sek. vor dem Bohrvorgang einschalten



4. Kontinuierliches Bohren bei empfohlenen Schnittwerten

1. Bei Verwendung längerer Bohrer wie 8xD und 12xD wird empfohlen eine Pilotbohrung von 0,5xD bis 1,5xD zu bohren
2. Einfahren in die Pilotbohrung bis 2 mm vor Grund mit reduzierter Schnittgeschwindigkeit
3. Innere Kühlmittelzufuhr 2 bis 3 Sek. vor dem Bohrvorgang einschalten, benötigte Drehzahl und Vorschub einstellen
4. Bohrvorgang mit empfohlenen Schnittdaten durchführen

Gewinde-Kernlochbohrer

Produktübersicht

Die neuen Gewindekernlochbohrer mit integrierter Fasstufe sind eine Ergänzung unserer Ingersoll GoldTwist Produktlinie. Die Werkzeuge können zur Herstellung von 45° angefasten Durchgangs- und Sacklochbohrungen sowie zur Herstellung von Bohrungen mit einer 45° Senkung eingesetzt werden.

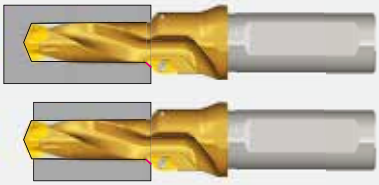
Die Werkzeuge zeichnen sich durch das bewährte GoldTwist-Wechselkopfsystem und den austauschbaren Fas-Wendeschneidplatten aus.

Die Gewindekernlochbohrer sind für die metrischen Gewindegrößen M10 bis M24 verwendbar.

Anwendungsbereich

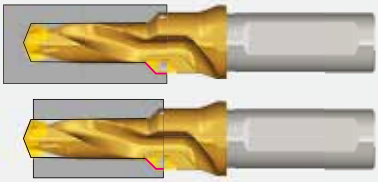
Bohren mit 45° Fase:

- Sacklochbohrung
- Durchgangsbohrung



Bohren mit 45° Senkung:

- Sacklochbohrung
- Durchgangsbohrung



Vorteile

Durch die Kombination des Kernlochbohrers und der Fasstufe können 2 Bearbeitungsschritte zusammengefasst werden und somit eine wirtschaftlichere Bearbeitung durchgeführt werden.

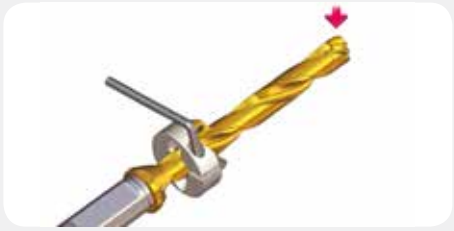
Es entfallen zudem das Nachschleifen und die höheren Lagerhaltungskosten, die bei Verwendung von VHM-Bohrern entstehen.

Fasring

1. Fasring auf den Bohrkörper schieben, der Anschlag muss innerhalb der Spankammer sein

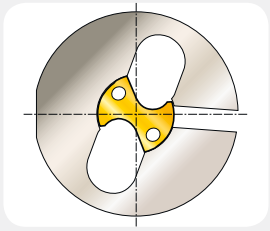
2. Fasring auf die benötigte Position schieben

3. Fasring gegen den Uhrzeigersinn drehen, bis der Anschlag die Spankammerkante berührt

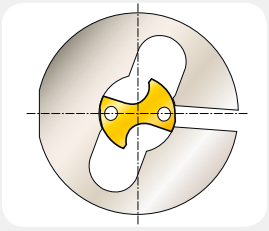


4. Fasring klemmen und Bohrkopf montieren

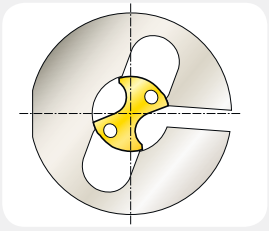
Ist der Fasring korrekt montiert, sind die Spankammern des Bohrers und des Fasrings in einer Flucht



Korrekt

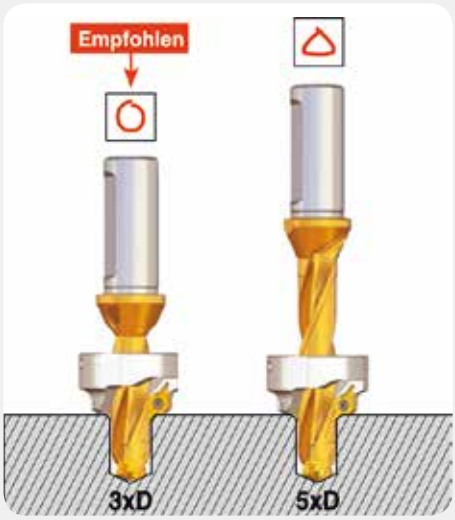


Falsch



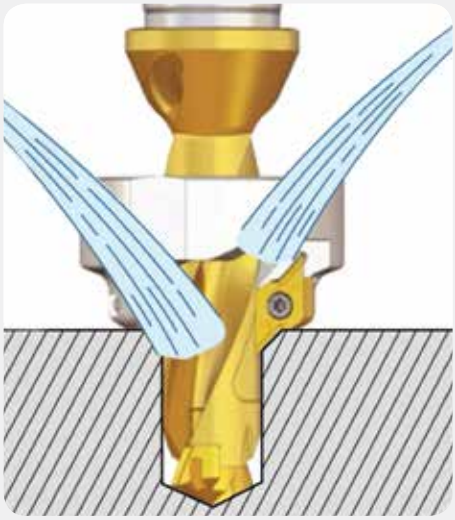
Falsch

Stabile Bearbeitung

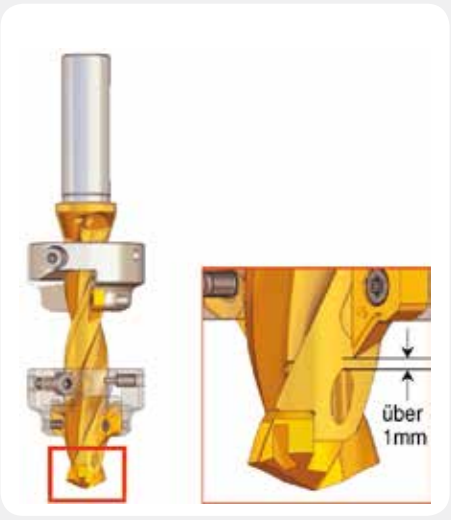


Wenn möglich immer ein kurzes Werkzeug verwenden. Wenn nicht möglich, Schnittgeschwindigkeit reduzieren, um Vibrationen zu minimieren

Fasring so nah wie möglich Richtung Bohrschaft montieren

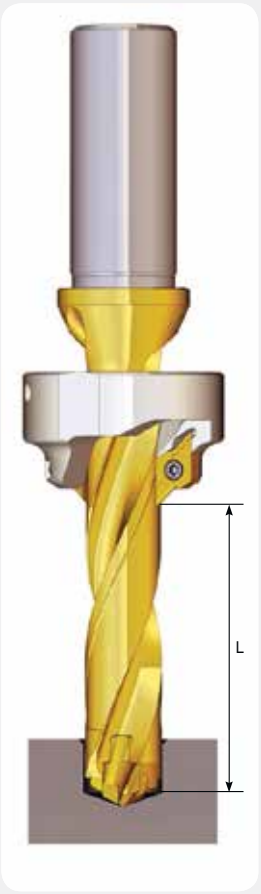


Für bessere Standzeit innere und äußere Kühlmittelzufuhr verwenden.

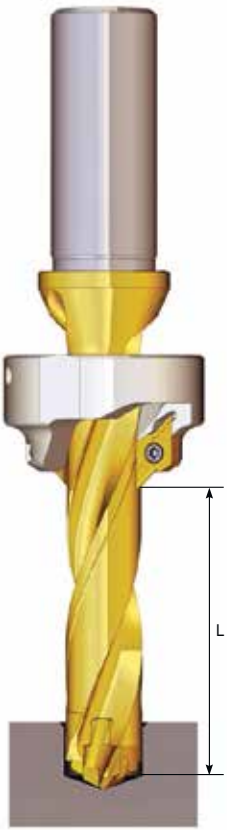


Beim Montieren des Fasrings sicherstellen, dass der Kühlmittelfluss nicht behindert wird.

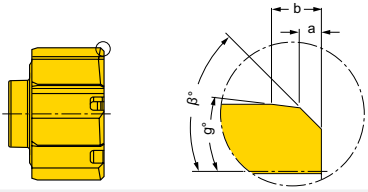
	Artikel-Nr. Bohrer	Artikel-Nr. Fasring	Länge min.	Länge max.
3D	TD1300039JDR00	CB130R02	19	19
	TD1350040JDR00	CB135R02	19	20
	TD1400042JDR00	CB140R02	21	22
	TD1450043JDR00	CB145R02	22	23
	TD1500045JER00	CB150R02	23	23
	TD1600048JER00	CB160R02	24	25
	TD1700051JER00	CB170R02	26	28
	TD1800054JFR00	CB180R02	27	30
	TD1900057JFR00	CB190R02	29	33
	TD2000060JFR00	CB200R02	30	36
	TD2100063JFR00	CB210R02	32	39
	TD2200066JFR00	CB220R02	33	42
	TD2300069JGR00	CB230R02	35	45
	TD2400072JGR00	CB240R02	36	48
	TD2500075JGR00	CB250R02	38	51
5D	TD1000050JDR00	CB100R02	28	28
	TD1050052JDR00	CB105R02	29	30
	TD1100055JDR00	CB110R02	31	33
	TD1150057JDR00	CB115R02	32	35
	TD1200060JDR00	CB120R02	33	45
	TD1250062JDR00	CB125R02	34	40
	TD1300065JDR00	CB130R02	36	43
	TD1350067JDR00	CB135R02	37	43
	TD1400070JDR00	CB140R02	38	48
	TD1450072JDR00	CB145R02	39	48
	TD1500075JER00	CB150R02	41	53
	TD1600080JER00	CB160R02	43	58
	TD1700085JER00	CB170R02	46	63
	TD1800090JFR00	CB180R02	48	68
	TD1900095JFR00	CB190R02	51	73
	TD2000100JFR00	CB200R02	53	78
	TD2100105JFR00	CB210R02	56	79
	TD2200110JFR00	CB220R02	58	84
	TD2300115JGR00	CB230R02	61	89
	TD2400120JGR00	CB240R02	63	94
	TD2500125JGR00	CB250R02	66	99



	Artikel-Nr. Bohrer	Artikel-Nr. Fasring	Länge min.	Länge max.
8D	TD1000080JDR00	CB100R02	45	58
	TD1050084JDR00	CB105R02	49	62
	TD1100088JDR00	CB110R02	49	66
	TD1150092JDR00	CB115R02	53	70
	TD1200096JDR00	CB120R02	53	74
	TD1250100JDR00	CB125R02	57	78
	TD1300104JDR00	CB130R02	57	82
	TD1350108JDR00	CB135R02	61	84
	TD1400112JDR00	CB140R02	61	88
	TD1450116JDR00	CB145R02	65	92
	TD1500120JER00	CB150R02	65	96
	TD1600128JER00	CB160R02	69	103
	TD1700136JER00	CB170R02	73	111
	TD1800144JFR00	CB180R02	77	118
	TD1900152JFR00	CB190R02	81	126
	TD2000160JFR00	CB200R02	85	134
	TD2100168JFR00	CB210R02	89	142
	TD2200176JFR00	CB220R02	93	150
	TD2300184JGR00	CB230R02	97	158
	TD2400192JGR00	CB240R02	101	166
	TD2500200JGR00	CB250R02	105	174
12D	TD1200144T3R00	CB120R02	87	121
	TD1250150T3R00	CB125R02	90	127
	TD1300156T3R00	CB130R02	93	133
	TD1350162T3R00	CB135R02	96	137
	TD1400168T3R00	CB140R02	99	142
	TD1450174T3R00	CB145R02	102	149
	TD1500180T4R00	CB150R02	105	155
	TD1600192T4R00	CB160R02	111	166
	TD1700204T4R00	CB170R02	117	178
	TD1800216T5R00	CB180R02	123	189
	TD1900228T5R00	CB190R02	129	201
	TD2000240T5R00	CB200R02	135	213
	TD2100252T5R00	CB210R02	141	225
	TD2200264T5R00	CB220R02	147	237



ANSCHNITTGEOMETRIE-/PARAMETERKENNUNG



Anschnittkennung/ Parameter	ß°	a [mm]	g°	b [mm]
A	45°	0,5	-	-
B	25°	1,07	-	-
C	45°	0,5	8°	0,75
D	30°	0,5	4°	1,85
E	45°	0,2	-	-
F	90°	-	-	-
G	75°	0,15	-	-
X	Sonderausführung (ohne Bezeichnung)			

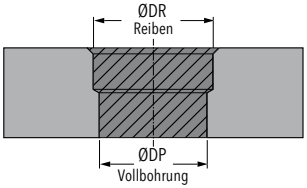
Bei der Auswahl einer Reibahle ist es wichtig eine Anschnittgeometrie zu wählen, die die Reibzugabe berücksichtigt.

ZUSATZSORTEN (AUF ANFRAGE):

IN60C Cermet-bestückt zum Reiben in folgenden Werkstoffen empfohlen:
unlegierter Stahl, niedriglegierter Stahl, Automatenstahl, sowie Gusseisen mit Kugelgraphit.

IN91D (PKD) zum Hochgeschwindigkeitsreiben von Aluminium (Sonderanwendungen) empfohlen.

IN3305 (DLC-Beschichtung) zum Reiben in folgenden Werkstoffen empfohlen:
Aluminiumguss und -knetlegierungen, Messing, Bronze, sowie andere Nichteisenwerkstoffe.



Δ - Reibzugabe
Δ = ØDR - ØDP

Loch Ø	11,5-13,5	13,5-16	16-32	
Material				
Stahl und Gusseisen	0,10 - 0,20	0,10 - 0,30	0,10 - 0,30	mm / Ø
Aluminium und Messing	0,15 - 0,25	0,20 - 0,30	0,20 - 0,40	mm / Ø

Grundausführung

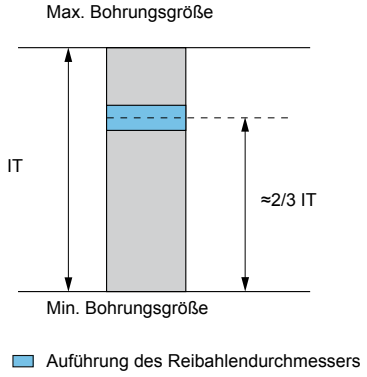
DURCHMESSERBEREICH: Ø 11,5 bis 32,0 mm
VERFÜGBARE DURCHMESSER: volle Millimetergrößen
GENAUIGKEIT: Bohrungstoleranz H7
WERKSTOFFSORTEN: IN05S und IN2005

VERFÜGBARE GRUNDHALTER: (ØD-Verhältnis):
3xD, 5xD, 8xD
GRUNDHALTERMATERIAL: Stahl

Sonderausführung

DURCHMESSERBEREICH: Ø 11,5 bis 32,0 mm
DURCHMESSERGRÖSSEN: Auf Anfrage
GENAUIGKEIT: ISO IT6 und höher
WERKSTOFFSORTEN: IN05S, IN2005, IN91D, IN3305, IN60C
FORM UND LÄNGE DES GRUNDHALTERS: Auf Anfrage
GRUNDHALTERMATERIAL: Stahl, Hartmetall, Schwermetall

Ausführung des Kopfdurchmessers & Fertigungskonzepts



Die QwikReam-Serie ist in 5 Grössen erhältlich

Jede Größe hat einen eigenen Durchmesserbereich sowie einen eigenen Grundhalter.
Zum Beispiel: Der gleiche XS7-Halter kann jeden Kopf von Ø 16,0–20,0 mm aufnehmen.

Anwendungen

Durchgangsbohrung

Drallrichtung links
Die Linksdrallung ist speziell für das Durchgangsreiben konstruiert. Durch diese Bauart werden die Späne sofort nach der Entstehung nach vorne geschoben.

Sackbohrung (Grundbohrung)

Geradegenutet
Der Kühlmittelfluss hilft bei der Spanabfuhr. Er leitet die gerade gebildeten Späne nach hinten. Die Späne laufen durch die geraden Nuten und werden aus der Bohrung rausgeworfen, ohne die Reibahle und Oberfläche der Bohrung zu beschädigen.

Köpfe mit geraden Nuten werden auch zum Reiben von Durchgangsbohrungen bei kurzspanenden Werkstoffen (Gusseisen) eingesetzt.

Technische Vorteile

- *Hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe (für gesteigerte Produktivität).*
- *Hohe Rundlaufgenauigkeit (Rundlauffehler max. 3 µm).*
- *Keine Rüstzeiten.*
- *Ein einziger Schaft kann für eine Vielzahl von Durchmessern sowie mit verschiedenen Arten von Schneiden und Werkstoffsorten verwendet werden.*
- *Hohe Wiederholgenauigkeit (max. 3 µm).*
- *Widerstandsfähig durch die Kombination aus Vollhartmetallkopf und flexiblem Stahlschaft.*
- *Kein Risiko des Verlusts von Spannelementen, die evtl. während der Indexierung herausfallen könnten.*
- *Für Nahezu-Trockenbearbeitung (Minimalmengenschmierung) geeignet.*
- *Die innere Kühlmittelzufuhr wird optimal auf die Schneiden gerichtet, wodurch eine äußerst effiziente Schmierung des Kopfes sowie eine sehr lange Standzeit des Werkzeugs gewährleistet wird.*

Inbetriebnahme

1. *Aufnahmebohrung des Grundhalters reinigen (Abb. 1).*
2. *Kegel des neuen Reibkopfs reinigen.*
3. *Spannschraube in den Grundhalter einsetzen und 2–3 Umdrehungen im Uhrzeigersinn drehen (Abb. 2).*
4. *Reibkopf auf die Schraube aufsetzen.* **Achtung!** *BN8 und BN9 können nur in einer Lage auf die Schraube montiert werden (Kopf drehen bis die korrekte Lage erreicht ist) (Abb. 3).*
5. *Kopf manuell drehen bis er fest in der Aufnahmebohrung sitzt.*
6. *Spannschlüssel mit einer Hand festhalten und Kopf bis zum Anschlag festziehen. Zum Aufbringen des erforderlichen Drehmoments hat jede BN-Größe einen eigenen Spannschlüssel (Abb. 4) (Der Grundhalter soll in einem Adapter gespannt werden).*
7. *Sicherstellen, dass die Anlageflächen des Halters und des Reibkopfes voll anliegen! (Abb. 5).*

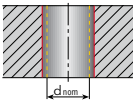
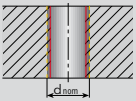
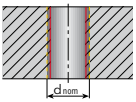
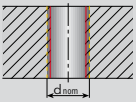
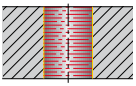
Kopfwechsel

1. *Reibkopf durch Drehen mit dem Spannschlüssel gegen den Uhrzeigersinn lösen, bis sich der Kopf frei dreht. Reibkopf vom Werkzeug demontieren. Die Spannschraube soll im Inneren bleiben! Aufnahmebohrung des Grundhalters reinigen (Abb. 1)*
2. *Kegel des neuen Reibkopfs reinigen.*
3. *Reibkopf auf die Schraube aufsetzen.* **Achtung!** *BN8 und BN9 können nur in einer Lage auf die Schraube montiert werden (Kopf drehen bis die korrekte Lage erreicht ist) (Abb. 3).*
4. *Reibkopf mit der Hand im Uhrzeigersinn drehen. Zu Beginn dreht der Kopf ohne Schraube, soll aber nach einer 1/6-Umdrehung in das Gewinde eingreifen.*
5. *Weiterdrehen bis der Kopf fest in der Aufnahmebohrung sitzt. Sollte die Schraube mit dem Reibkopf von Anfang an mitdrehen, Reibkopf entfernen und Schraube um eine weitere Umdrehung aufdrehen.*
6. *Spannschlüssel mit einer Hand festhalten und Kopf bis zum Anschlag festziehen. Zum Aufbringen des erforderlichen Drehmoments hat jede BN-Größe einen eigenen Spannschlüssel (Abb. 4). (Der Grundhalter soll in einem Adapter gespannt sein).*
7. *Sicherstellen, dass die Anlageflächen des Halters und des Reibkopfes voll anliegen! (Abb. 5).*

ACHTUNG:

Zerspanwerkzeuge können während der Montage abbrechen. Um Verletzungen zu vermeiden, ist eine persönliche Schutzausrüstung, wie z.B. Schutzhandschuhe, Schutzmaske und Schutzbrille dabei zu tragen.

Fehlerbehebung

Fehler	Ursache	Behebung
Bohrung ist zu groß 	• Reibahle oder Vorbohrung nicht zentriert • Reibahle zu groß • Kühl-/Schmierfehler	• Pendelhalter einsetzen oder Vorbohrung korrigieren • Größe der Reibahle prüfen, ggf. korrigieren • Schmiermittel wechseln und Kühlmitteldruck erhöhen
Bohrung is zu klein 	• Reibahle ist verschlissen • Reibzugabe zu gering • Kühl-/Schmierfehler	• Reibahle austauschen • Reibzugabe erhöhen • Schmiermittel wechseln und Kühlmitteldruck erhöhen
Kegelige Bohrung (unten breiter) 	• Mitte der Vorbohrung und der Reibahle falsch ausgerichtet	• Neuausrichten oder Pendelhalter einsetzen
Kegelige Bohrung (breiter am Eingang) 	• Mitte der Vorbohrung und der Reibahle falsch ausgerichtet • Material zwischen der Reibahle und der Bohrung im oberen Teil der Bohrung eingeklemmt	• Neuausrichten oder Pendelhalter einsetzen • Werkzeug axial befestigen
Schlechte Oberflächenqualität 	• Reibahle ist verschlissen • Mitte der Vorbohrung und der Reibahle falsch ausgerichtet • Probleme bei der Spanabfuhr • Falsche Bearbeitungsparameter • Gratbildung	• Werkzeug austauschen • Neuausrichten oder Pendelhalter einsetzen • Kühlmitteldruck erhöhen • Bearbeitungsparameter ändern • Bearbeitungsparameter ändern bzw Kühlmittelzufuhr erhöhen

NOTIZEN

EINLIPPEN-TIEFLOCHBOHRER

DURCHMESSERBEREICH: Ø 2,5 MM – Ø 40 MM
LÄNGEN: 150 MM – 3000 MM

Anwendung:

- *Für tiefe Bohrungen bis zu 50xD.*
- *Bohrungstoleranzen von IT7 bis IT9 werden erzielt.*
- *Exzellente Bohrungsgeradheit und Konzentrizität.*
- *Reduzierte Positionsabweichung.*
- *Oberflächenqualitäten von Ra 0,4 bis 1,6 sind erreichbar.*
- *Kann eine Nachbearbeitung der Bohrung mit Reibahlen überflüssig machen.*

Hartmetallbohrkopf:
Erhältlich in 4 unterschiedlichen Standardgeometrien, mit 8 verschiedenen Stützleistenausführungen und 4 Beschichtungsoptionen für eine Vielzahl von Bearbeitungen.

Schaft:
Ausgestattet mit "V" Spannut und innerer Kühlmittelzufuhr. Der Schaft besteht aus gehärtetem Stahl für höchste Verdrehfestigkeit und optimale Zufuhr des Kühlmittels und Spanabfuhr.

Einspannhülse:
Stahl-Einspannhülse für die Klemmung des Tieflochbohrers in der Maschine.

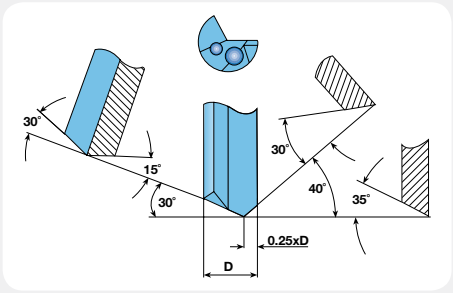
VOLLHARTMETALL-TIEFLOCHBOHRER

DURCHMESSERBEREICH: Ø 1,4 MM – Ø 16 MM
LÄNGEN: 40 X BOHRUNGSDURCHMESSER BIS 200 MM SPANNUTLÄNGE

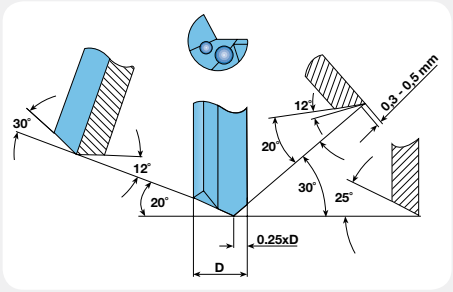
Hier werden Bohrkopf und Schaft aus einem Stück Vollhartmetall hergestellt. Die Spannhülse kann aus Stahl oder Hartmetall bestehen.
Dieser Hartmetall-Tieflochbohrer eignet sich bestens für den Einsatz in konventionellen Bearbeitungszentren und Drehmaschinen. Die Bohrer bieten höchste Steifigkeit bei optimaler Kühlmittelzufuhr. Als Resultat können bis zu 100% höhere Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe erzielt werden.

WINKELANSCHLIFF

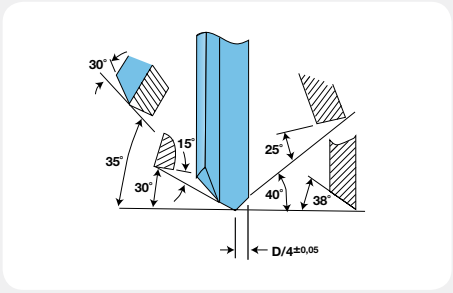
Abhängig von den erforderlichen Toleranzen, Schnittleistungen und der gewünschten Spanform werden folgende Standard-Schleifwinkel empfohlen.



Standardanschliffwinkel für Durchmesser kleiner als 4,0 mm

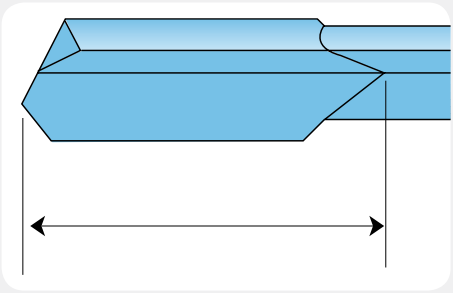


Standardanschliffwinkel für Durchmesser größer als 4,0 mm



Optionaler Anschliff für schwerzerspanbares Material

Standardlängen des HM-Kopfes



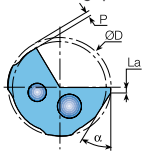
Ø-Bereich	Kopflänge
2,50–3,80	20
3,80–4,05	23
4,05–5,05	25
5,05–6,55	30
6,55–11,05	35
11,05–18,35	40
18,35–21,35	45
21,35–23,35	50
23,35–26,35	55
26,35–32,00	65

Nachschleifbare Länge = Längen-Ø

UMFANGSFORMEN - LAGE DER STÜTZLEISTE

Die Zerspanleistung und Oberflächengüte der Bohrung sind abhängig von der geometrischen Form des Bohrkopfes. Die Lage der Stützleisten, sowie der Anschliff müssen an das Werkstückmaterial angepasst sein. Die Umfangsform mit Lage der Stützleisten wird bei der Herstellung des Werkzeugs festgelegt. Ein Nachschleifen kann unter Umständen die Schnittgeometrie verändern, aber die Umfangsform bleibt bestehen.

Alle Parameter des Querschnittprofils wie P, La und α müssen exakt an die Eigenschaften des Werkstücks angepasst sein.



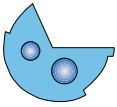
Universelle G-Form

Anwendung:
Für alle Materialgruppen geeignet.
Gut geeignet für schrumpffähiges Material.
Für beste Bohrtoleranzen und Geradheit.

Standard A-Form

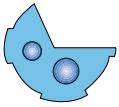
Anwendung:
Für Gusseisen und Aluminiumlegierungen.
Für Querbohrungen und schräge Ein- und Austrittsbohrungen.
Große Abstände der Stützleisten für beste Schmierung.

Standard B-Form



Anwendung:
Für Gusseisen und Aluminiumlegierungen.
Garantiert beste Bohrungstoleranzen.
Exzellente Oberflächengüte.

Standard C-Form



Anwendung:
Mit verstärktem Rückenkegel für Material, das zum Schrumpfen neigt (einige Legierungen und rostfreie Stähle). Für Querbohrungen sowie schräge Ein- und Austrittsbohrungen.
Nicht empfohlen für höchste Geradheit.

Standard D-Form

Anwendung:
Nur für Gusseisen-Material (mit Beschichtung).
Bestens geeignet für Grauguss.

Standard E-Form

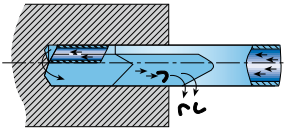
Anwendung:
Allgemeine Anwendung für alle Materialien.
Gebräuchlich für Kurbelwellen und sonstige geschmiedete Materialien.

Standard H-Form

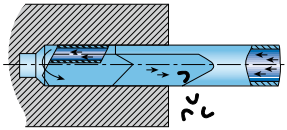
Anwendung:
Für alle Nicht-Eisen Materialien.
Für Gusseisen bei Bohrungsdurchmesser größer als 5 mm.
Einsetzbar für Holz und Kunststoff mit verstärktem Rückenkegel.

Standard I-Form

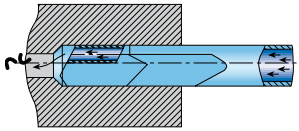
Anwendung:
Für Aluminium und Messing für höchste Oberflächenqualitäten.
Einsetzbar für Querbohrungen und bei unterbrochenem Schnitt.



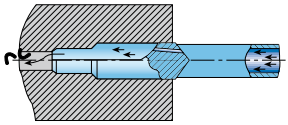
Tieflochbohren im Sackloch bei Abfuhr der Späne und des Kühlmittels über die Spannut.



Tieflochbohren im Sackloch bei Abfuhr der Späne und des Kühlmittels über die Spannut.



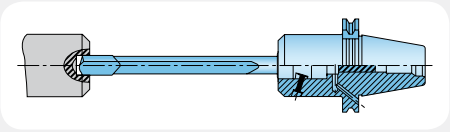
Tieflochbohren im Durchgangsloch bei Abfuhr der Späne und des Kühlmittels an der Bohrerspitze.



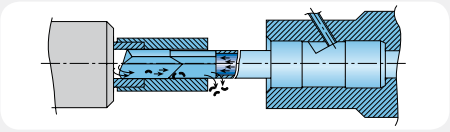
Gestufte Tieflochbohrung im Durchgangsloch bei Abfuhr der Späne und des Kühlmittels an der Bohrerspitze.

Tieflochbohrer auf Bearbeitungszentren

- *Tieflochbohrer im Stillstand bzw. mit niedriger Drehzahl ($n<50\ min^{-1}$) in die Pilotbohrung einführen*
- *Kühlmittel einstellen*
- *Nenndrehzahl einstellen*
- *Bohren bis Bohrtiefe erreicht ist, bei Sacklochbohrung leicht abheben (1–2 mm)*
- *Drehzahl stoppen bzw. niedrige Drehzahl ($n<50\ min^{-1}$) einstellen*
- *Ausfahren*

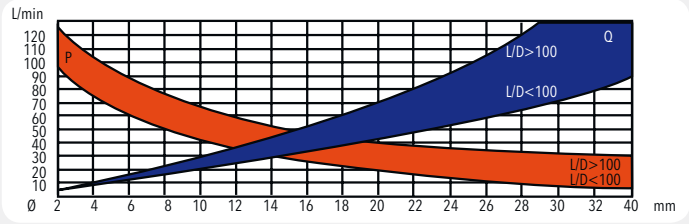


Zentrier-/Führungsbohrung zum Tieflochbohren auf Bearbeitungszentren



Führungshülse zur Stabilisierung des Tieflochbohrers in Bearbeitungszentren

Kühlmitteldruck und –volumen



Das richtige Kühlmittel

Wenn möglich, ist Öl der Bohremulsion vorzuziehen.

Reines Öl:
- *Bei den meisten konventionellen Tieflochbohrmaschinen wird Öl verwendet*
- *Bietet beste Schmierung, bessere Standzeit und Oberflächengüte*
- *Keine Probleme wegen der richtigen Konzentration und kein Verdunsten*

Bohremulsion:
- *Verwendung auf den meisten Bearbeitungszentren*

Schlecht	Akzeptabel	Gut
< 8%	10–12 %	12–15 %

FEHLERBEHEBUNG BEIM TIEFLOCHBOHREN

	Probleme am Bohrer											Probleme an Bohrung					
Mögliche Ursachen	Kolkverschleiß	Aufbauschneide	beschädigte Stützleiste	verbogene Spannut	Bohrungshitze	starker Freiflächenverschleiß	starker Eckenverschleiß	starker Kantenverschleiß	geringe Bohrerstandzeit	Kantenausbrüche	Bohrerbruch	Bohrung nicht gerade	konischer Eintritt	Rundlauffehler	rauhe Oberflächenqualität	Bohrung zu klein	Bohrung zu groß
Schlechte Klemmung								+			+	+		+			+
Unzureichender Kühlmittelfluss					+	+			+		+				+		+
Zu niedriger Kühlmittelfluss									+		+				+	+	
Falsches Kühlmittel	+	+	+			+	+	+	+						+		
Wechselnder Vorschub		+		+					+	+	+	+		+	+		
Vorschub zu hoch	+	+		+	+	+			+		+	+	+	+	+		+
Vorschub zu niedrig		+							+	+		+					
Spindeldrehzahl zu hoch			+	+	+	+	+	+	+		+						
Spindeldrehzahl zu niedrig	+	+													+		
Zusammensetzung Werkstückstoff	+	+	+				+		+	+	+	+		+			
Werkstückstoff schrumpft durch Hitzeeinfluss			+		+		+		+		+			+	+	+	
Dünnwandiger Werkstückbereich									+		+	+		+			
Bohrungsversatz			+	+		+		+	+		+	+		+			+
Bohrung zu klein			+		+	+		+	+		+				+		
Schlechte Oberflächengüte	+	+					+		+	+	+	+		+			
Aufbauschneide							+		+		+				+		+
Schneidkantenverschleiß	+	+					+	+	+	+	+	+		+	+		
Unterbrochener Spanfluss			+	+		+		+	+		+	+		+	+		+
Freiwinkel der Schneide zu klein			+		+	+		+	+	+		+		+			
Falsches Bohrkopfprofil	+	+	+	+			+	+	+		+	+		+	+	+	+
Falscher Bohrkopfwinkel	+	+		+		+	+		+	+	+	+	+		+	+	+
Vibrationen	+	+	+	+			+		+	+	+	+	+	+	+		+
Durchmesser der Führungsbuchse zu groß									+		+	+	+	+			+
Spalt zwischen Führungsbuchse und Werkstück						+			+		+	+	+	+	+	+	+
Durchmesser der Führungsbuchse zu klein			+	+		+		+	+		+			+		+	
Kühlmitteldruck lässt nach		+	+	+	+				+		+		+		+	+	
Kühlmitteldruck zu hoch												+					+
Überhitztes Kühlmittel	+		+		+	+	+	+	+						+		
Zu wenig Kühlmittel	+	+	+	+	+				+		+	+		+	+		+
Starker Verschleiß innerer Kopfwinkel			+	+					+					+	+		+
Starker Verschleiß äußerer Kopfwinkel		+		+			+		+					+	+	+	
Bohrkopf zu kurz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
Beschädigung am Übergang Bohrkopf und Schaft			+	+	+	+		+	+		+	+		+	+		+
Verschlissene Stützleisten	+		+	+	+		+		+		+			+			+
Werkzeug schlägt - Werkzeugdrehrichtung ändern	+	+	+	+			+		+	+	+			+	+		+

Member IMC Group
Ingersoll Cutting Tools

Order-Nr.: 5875780 / printed edition 07/14
Druckfehler und Irrtümer vorbehalten

Ingersoll Cutting Tools
Marketing- & Technologie-Standorte

Deutschland
Ingersoll Werkzeuge GmbH

Hauptsitz:
Kalteiche-Ring 21–25
35708 Haiger, Germany
Telefon: +49 (0)2773-742-0
Telefax: +49 (0)2773-742-812/814
E-Mail: info@ingersoll-imc.de
Internet: www.ingersoll-imc.de

Niederlassung Süd:
Florianstraße 13–17
71665 Vaihingen-Horrheim, Germany
Telefon: +49 (0)7042-8316-0
Telefax: +49 (0)7042-8316-26
E-Mail: horrheim@ingersoll-imc.de

USA
Ingersoll Cutting Tools

845 S. Lyford Road
Rockford, Illinois 61108-2749, USA
Telefon: +1-815-387-6600
Telefax: +1-815-387-6968
E-Mail: info@ingersoll-imc.com
Internet: www.ingersoll-imc.com

France
Ingersoll France

21, rue Galilée
F-77420 CHAMPS-sur-MARNE
Telefon: +33 (0) 1 64 68 45 36
Telefax: +33 (0) 1 64 68 45 24
E-Mail: info@ingersoll-imc.fr
Internet: www.ingersoll-imc.fr